



I

„Fabryczna" karta przed tytułowa
Karta tytułowa
Spis rzeczy
} paginacya rzymska

Osobna kartka zawierająca motto

Tekst (według porządku podanego w Spisie rzeczy)
najprzód druk (Nauka Wobec Świata)
potem tekst pisany ręcznie

Adres Autora: prof Dr Wład. Natanson
ul. Studencka № 3

Norma u dołu

Wł. Natanson

II

Dla p. Zecera

1.) - - - - - - - - - - znaczy: spacjować

2.) ~~~~~~~~~~ znaczy: kursywą

3.) Zaczynając od wiersza (a cap.), proszę dawać tylko maleńkie wcięcia, jak w załączonej odbitce z "Czasu" — na czem estetyczny wygląd kolumny bardzo zyskuje.

4.) Zakreślone czerwoną kreską ustępy (jak obok) mają być złożone drobniejszem pismem niż cały text; — tem samem drobniejszem pismem przypiski u dołu

wcięty 1/2□

5.) Pisownia i dzielenie wyrazów według prawideł Akademji (książka p. prof. Łosia Zasady Ortografji 1920)

6.) W tytułach i tytulikach rozdziałów prosiłbym używać pisma niezbyt dużego, niekrzykliwego, nie rażącego, zastosowanego do charakteru pisma textu.

giem czasu, stopniowo, zatem muszą poruszać się w przestrzeni indywidualnie, muszą błądzić śród obojętnych cząsteczek gazu, jak obcy gaz dyfunduje.

III

Karta tytułowa zewnętrzna (okładka kolorowa) IV

Oblicze Natury

przez

Dra Władysława Natansona
profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego

W Krakowie 1924
Nakładem Krakowskiej Spółki Wydawniczej

Karta Tytułowa Wewnętrzna (biała) V

Oblicze Natury

Odczyty, przemówienia i szkice — {bardzo drobnem pismem

przez

Dra Władysława Natansona

profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego — {bardzo drobnem

W Krakowie 1924 — Dość sporem

Nakładem Krakowskiej Spółki Wydawniczej

Podkreślenia nie znaczące!

Spis rzeczy

Str.

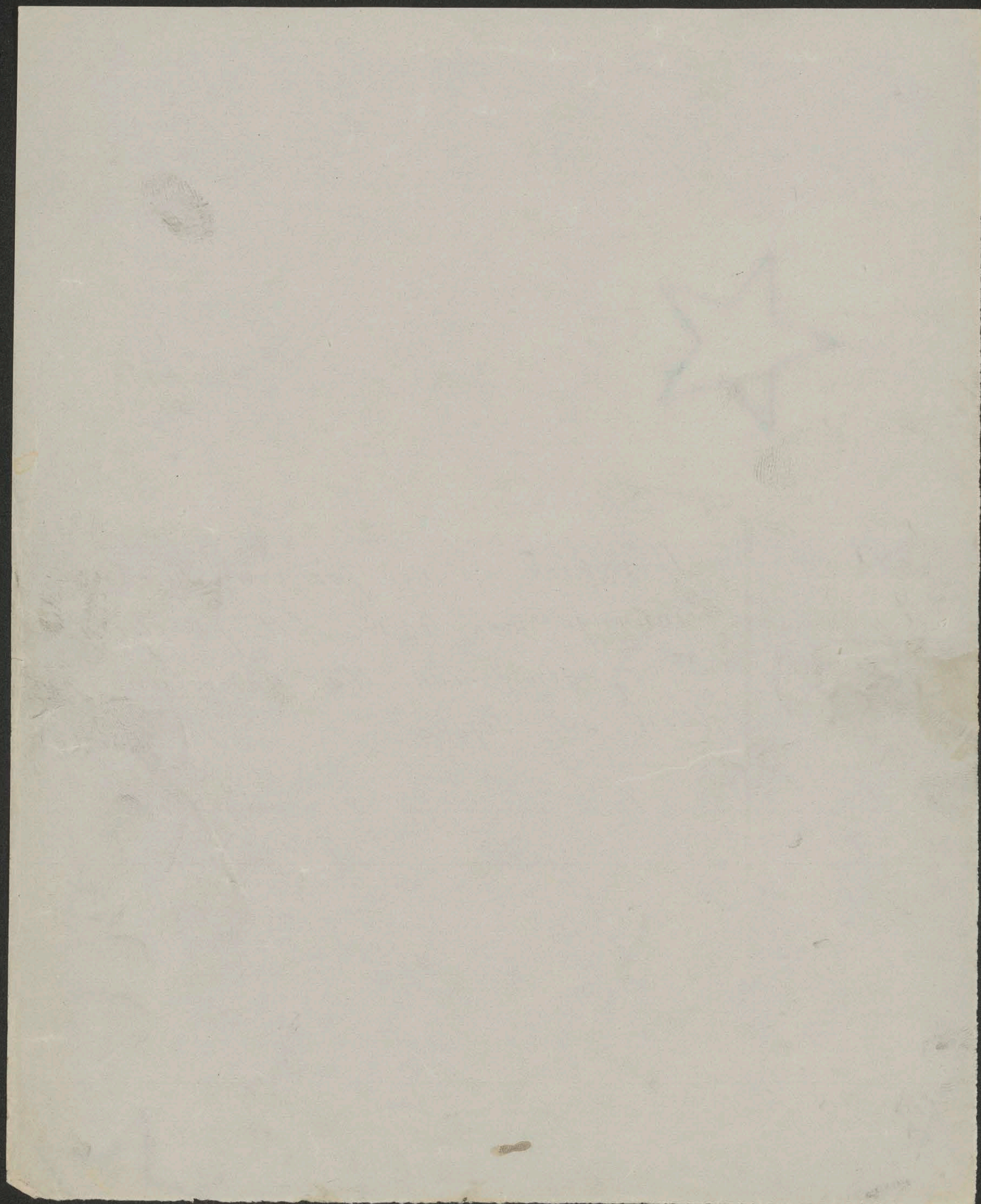
Spis rzeczy.

XI

pierwsza karta zaraz za tytułem i spisem rzeczy, które będą miały paginację rzymską

This booke is not for every rude and unconnynge man to see, but for clerkys and very gentylmen that understand gentylness and Scyence

Caxton.



XII

I. NAUKA WOBEC ŚWIATA

Przemówienie wygłoszone w dniu 7-go października 1922 r., podczas uroczystości inauguracyi roku akademickiego w Uniwersytecie Jagiellońskim

przez

D^RA WŁADYSŁAWA NATANSONA
Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego

GEBETHNER I WOLFF
WARSZAWA — KRAKÓW — LUBLIN — ŁÓDŹ — POZNAŃ
WILNO — ZAKOPANE.

ODBITO W DRUKARNI „CZASU" W KRAKOWIE.

I.

W ustroju publicznego nauczania Uniwersytety są najwyższemi szkołami, przeznaczonemi dla dojrzałej młodzieży. Kształcąca i kształtująca działalność tych szkół, niezmiernie ważna i nazewnątrz najbardziej widoczna, ściśle łączy się z inną, zazwyczaj mniej znaną ale niemniej istotną ich pracą. Nauczając, Uniwersytety nieprzerwanie zarazem uczą się same. Uczą się pojmować owe znaki tajemne, które na niebie i ziemi są wypisane. Usiłują czytać w trudnej, zawiłej księdze przeszłości a także, o ile podobna, w stokroć mniej jeszcze czytelnej księdze przyszłości. Wpatrują się w niezmęczoną grę zjawisk w gmatwaninie Natury, szukają dróg jasnych w labiryncie ludzkich uczuć i myśli, w odmęcie naszych popędów i tęsknot. Duszę ludzką chcą uzbrajać w siły wielkie, przeczyste; doświadczają sposobów i dróg, ażeby rzeźbić powoli lepszego człowieka.

Nauka nie jest bynajmniej zbiorem przepisów i recept, ani też sumą wiadomości, potrzebnych w rozmaitych zawodach; nauka

jest motorem umysłowego życia narodu. Tą prawdą oddychamy w Uniwersytecie; tą prawdą jesteśmy przejęci. Gdybyśmy zadawalniali się tutaj nauką urobioną, gotową, spostrzeglibyśmy wkrótce, że ona przeradza się w bezpłodną i bezduszną uczoność. Poszukiwanie, dostrzeganie, doświadczanie, badanie nie jest uzupełnieniem lub upiększeniem uniwersyteckiego nauczania; ono jest jego treścią żywotną, jego koniecznością najpierwszą. Gdy Uniwersytet jest czynnym warsztatem, w którym wytwarza się narodowe jutro, gdy w nim kipi myśl twórcza, gdy zeń wybiegają śmiałe lecz mądre idee oraz dobroczynne odkrycia, wolno nam wówczas powiedzieć, że działa nietylko na szczupłą garstkę młodzieży, która w jego murach przebywa; wolno wówczas powiedzieć, że jest pochodnią, przed narodem płonącą, że jego promieniowanie podąża w kraj cały a nieraz także i poza jego granice.

II.

Człowiek jest słabą istotą, fizycznie nieudolną i niemal bezbronną, na którą czyha tłum wrogów, ogromny zastęp niebezpieczeństw i klęsk. Wciąż znajdujemy się wszyscy w ogniu walki o byt i dobrobyt, o chleb i powietrze, o światło i ciepło, o zdrowie fizyczne i o czystość moralną, o teraźniejszość i przyszłość, o życie i śmierć; prowadzimy wciąż walkę,

ponurą i groźną, do której zmusza nas nieubłagana Natura. Bronimy się nieprzerwanie, bronimy się rozpaczliwie. Bronimy się, pomagając i ufając sobie wzajemnie; bronimy się, sprzymierzając się w rodziny, społeczeństwa i państwa. Bronimy się, ucząc się i nauczając innych; bronimy się ręką i (o wiele skuteczniej) bronimy się głową. Pracując, budując, oszczędzając, kochając i wierząc, bronimy się. Gdy podpatrujemy zjawiska, gdy przenikamy ich prawidłowość i związek, gdy rozumujemy, uogólniamy i przewidujemy, bronimy się wówczas. Bronimy się doświadczeniem pokoleń i nagromadzoną przez nie mądrością; bronimy się rozumem, bronimy się cnotą.

Nauka zatem jest osłoną i tarczą, jest orężem w walce, jest narzędziem czynu; ale jest także opiekunką, jest wychowawczynią. Nauka wskazuje ustrój i ład w cudach stworzenia; poza tem, co odsłania, pozwala domyślać się czegoś niepomiernie głębszego. Nauka otwiera przed nami bezmiar przestrzennych otchłani; ich nieskończone milczenie uspakaja duszę. Gdy wpatrujemy się w odwieczny potok przeobrażeń i zdarzeń, czujemy się przemijającą ich fazą, znikomą ich falą, drobiazgiem ginącym w Oceanie Wszechrzeczy. Nauka nam powiada, że Natura jest konieczna i jest niepojęta; przed splotem jej potęg, przed ogromem jej tchnienia, kto potrafi pamiętać

o niskich celach, o małostkowych zabiegach? w jej obliczu kto zechce oddawać się lichemu i zgubnemu podpatrywaniu i podsłuchiwaniu własnej swojej osoby? Kto nie zrozumie, że owa szczodra ale surowa mistrzyni żąda od nas bezstronności, spokoju, panowania nad grubym popędem; że nas prowadzi ku sądom beznamiętnym, dojrzałym, ku ścisłemu i prawemu myśleniu? Kto nie dostrzeże, że wymaga ofiar i wyrzeczeń bez liku, że każe kochać cel idealny stokroć bardziej aniżeli siebie samego? Zawiłość każdego zjawiska, każdego szczegółu rzeczywistości napomina i uczy, że niepodobna wiedzieć wszystkiego, odrazu, natychmiast; zmuszając do stawiania istotnych zapytań (na które wogóle można otrzymać odpowiedź), czyni każdego z nas szeregowcem w armii badaczy, pokolenia zaś wplata, jak ogniwa, w niezmierzony łańcuch ludzkości.

Tylko nieuk może być wrogiem nauki. Wydarza się nieraz, że zaślepienie i płytkość, nie zrozumiawszy jej ducha, usiłują pogardzać nauką, próbują lub pragną ją obniżyć i zachwiać. Ale czują one wówczas tak dobrze niedorzeczność własnego swego dążenia, że, jak prorok Tomasza Moore'a, szukają zasłony, ażeby zakryć szpetne swoje oblicze.

Nauka wówczas przynosi najwięcej owoców, gdy ich nie szuka, gdy się o nie zgoła

nie troszczy. Z jej istoty wynika, że nauka musi mieć wzrok zwrócony ku prawdzie ; gdy spogląda w jakąbądź inną stronę, traci moc i przenikliwość spojrzenia, staje się wkrótce ślepą przewodniczką ślepych. Jak wyrzekł Lord Bacon: *lucifera, non fructifera sunt quaerenda.*

Twórcze myślenie, samotne pasowanie się z nierozwiązaną, często z nieprzeczuwaną przez nikogo zagadką jest jedną z wielkich i czystych radości, które są duchowi ludzkiemu dostępne. Ale tę radość trzeba przypłacić. Okupić ją trzeba zmęczeniem dni pracowitych, niepokojem nocy bezsennych; trzeba ją zdobyć, brnąc przez zniechęcenie i gorycz, trzeba ją posiąść wytrwałością i hartem. Do naukowego badania powołani są tylko nieliczni, szczęśliwi i nieszczęśliwi zarazem, dla których ta praca jest koniecznością organizacyi duchowej.

III.

Tutaj, w tej sali, w ognisku starodawnego naszego Uniwersytetu, nie potrzeba tu mówić o wartości nauki, o dostojeństwie myślenia. Cokolwiek zbudowano na ziemi, nie jest-że przyobleczeniem czyjegoś pomysłu w szatę rzeczywistości? Ponad niemocą przemocy, ponad martwotą obojętności, myśl unosi się i płynie swobodnie. Myśl drąży świat, myśl go ubiera i znowu rozbiera, myśl go przędzie

i pruje, myśl go dźwiga i myśl go wywraca. — Przed czterema wiekami, w sklepionej celi klasztornej, rozmyślał mąż cichy, samotny, skupiony, niemal nieznany spółczesnym; to rozmyślanie, w naszym Uniwersytecie poczęte, przeważyło powszechne mniemania ludzkości; myśl Kopernika odwróciła nam świat. — W półtora wieku później, w drobnej wioszczynie angielskiej, stała skromna zagroda farmera pomiędzy obórką a stajnią; na poddaszu, w ciasnej izdebce, przesiadywał za stołem 23-letni, smukły, zamyślony młodzieniec. Tam, w tem ubogiem domostwie, genjusz Newtona zerwał zasłonę z posągu Natury; tam wzniosła się myśl ludzka do niewyśnionej przedtem wyżyny. — Przed mniej więcej stu laty, w domu przy Albemarle Street, na ówczesnem przedmieściu Londynu, w niezasobnej pracowni, człowiek nieśmiały, lękliwy, syn ubogiego kowala, niedawno jeszcze uczeń introligatorski, samouk, który nie uczęszczał do szkół i żadnych nie posiadał dyplomów, zatrudniał się igłami, drutami, sznurkami, różnemi kawałkami szkła albo drewna; obojętny widz byłby może osądził, że ów pracownik traci czas na próżną zabawkę. Ale taki sąd byłby był mylny; Faraday wówczas przenikał powoli sens jednej z najdziwniejszych zagadek w urządzeniu Natury. Dziś płoną wszędzie lampy elektryczne, telegraf i telefon

roznosi po kuli ziemskiej mowę naszą i myśli, fale elektromagnetyczne przebiegają ocean, prądy elektryczne według naszego rozkazu przerabiają materyę. Lecz to jeszcze bynajmniej nie wszystko. Dzięki Faradayowi, dzięki Maxwellowi i ich dalszym następcom, poznaliśmy coś, co *nie* jest materyą, co jest może raczej kolebką materyi; coś, do czego prawa mechaniki ani nawet, być może, prawa geometryi nie stosują się wcale; poznaliśmy *próżnię*, pierwotną osnowę wszechświata.

IV.

Najważniejszem narzędziem nauki są jej oderwane pojęcia, naprzykład pojęcia przestrzeni i czasu, pojęcia materyi i siły, które zostały zdobyte po długim wysiłku i które i dzisiaj, w całych obszarach myślenia, oddają największe usługi. Ale i one, jak wszelkie wogóle pojęcia, są tylko utworem naszej wyobraźni. Jak Tezeusz w „Śnie Nocy letniej", możemy o nich powiedzieć: *the best in this kind are but shadows*; najdogodniejsze, najmocniej w nas zakorzenione są jeno mirażem i złudą, której dosłownie nie odpowiada nic rzeczywistego. Opis wszechświata, jeśli ma być naukowy, powinien być niezależny od opisującego obserwatora; otóż w takim opisie wymienione przed chwilą pojęcia nie mogą być użyte bez przeobrażenia.

Przez kilka stuleci fizyka snuła obraz materyalnego wszechświata z niezależnych, z obcych sobie pierwiastków: z pustej, nieskończenie rozległej, jednorodnej i bezwzględnej Euklidesowej przestrzeni, z zalegających otchłań bezmiarów powszechnego eteru; z rozsianych w żywiole bezwładnych a l e grawitujących ku sobie fragmentów materyi. Obraz ten ożywiały i urozmaicały dodatkowe pojęcia czasu i ruchu, sił oraz energii. Lecz te wielkie abstrakcye nie zespalały się harmonijnie, nie tworzyły całości; fizycy rozumieli oddawna, że mają w swej konstrukcyi zbyt wiele prymordyalnych abstrakcyj. Wiemy dziś, że ów nadmiar pojęć i niezupełna ich zgodność pochodziły z nieuświadomionych lub tylko mglisto uświadamianych założeń, które zakradły się, w zaraniu nauki, do budowy jej gmachu i zepsuły jej układ.

Dziś wizerunek świata zaczyna zmieniać się w naszych umysłach. Rozumiemy dzisiaj, że wielkości przestrzenne (np. długości), że okresy trwania, że ruchy i siły p o z o r n i e tylko tkwią w świecie zewnętrznym. Przestrzeń Euklidesowa i powszechny czas jednostajny znikają nam z oczu, jak mgła nocna zrana; wyrasta powoli głębsze i zapewne trwalsze pojęcie, z którego własności, jako o b j a w, wynika bezwładna a z a t e m i grawitująca materya. Wielu fizykom wydaje się

dzisiaj, że tak zwana materya jest tylko subjektywną wskazówką pewnego objektywnego zakłócenia, wydarzającego się w owym szerszym utworze, w tej „przestrzenno-czasowej rozmaitości“. Według tego poglądu, materya tylko dlatego zwraca na siebie naszą uwagę, że jej zawiłość jest trwała, że skłonny do uprzedzeń umysł ludzki temu tylko, co potrafi wyróżnić, przypisuje objektywne istnienie. Marzenie Kartezyusza: wyrugowanie z nauki wszystkich jakości, sprowadzenie świata do prostych ilości, — zaczyna zatem się spełniać. Geometrya staje się fizyką, fizyka dąży do rozpłynięcia się w geometryi. Granica tych nauk zaciera się szybko. Granice wszystkich nauk niewątpliwie są sztuczne; pozorne są ściany, które pomiędzy niemi wznosimy codziennie. Niewątpliwie cała nauka ludzka jest jedną, jedyną nauką.

Najnowsza fizyka, której tu kilka tylko słów poświęciliśmy, zadziwia nas pięknem, pociąga polotem; przysłuchując się tej nauce, mówimy za biedną Ofelją: twoja mowa brzmi tak słodko, że wzbogaca i wypełnia treść wszelką. Ta ponętna doktryna nie jest-że jednak wynikiem zbyt pobieżnego spojrzenia na wszechświat? Powraca ona do mechanicznego, do uogólnionego wprawdzie, lecz apriorycznego sposobu myślenia; dążność do zmechanizowania zjawisk, prawda

że w wysubtelnionej postaci, znów ją opanowała. A jednak spółzawodnictwo w fizyce metod apriorycznych i aposteriorycznych nie jest ukończone; zagadnienie ostatecznej odwracalności lub nieodwracalności zjawisk nie jest rozstrzygnięte. Rozwój nauki zaskoczył nas nagle szybkim wzrostem, oniemal rozkwitem założeń t. zw. *quantowych*, niemechanicznych a nawet antymechanicznych. O wszystkich tych ostrzeżeniach musimy pamiętać, jeśli dążymy do syntetycznego ujęcia świata. Ale poł za granicami fizyki jakież niezmierzone bogactwo nowych i niepomiernych dla mechanicznego myślenia trudności. Przeciwko nauce, która znosi różnicę pomiędzy „wczoraj“ a „jutrem“, biologja cała i psychologja podniosą się w buncie. Ogrom procesów organicznego w przyrodzie rozwoju a także fakt fundamentalny pamięci (najgłębiej może sięgający z pomiędzy wszystkich znanych nam faktów) — wszystko zdaje się za wnioskiem przemawiać, że całkowity opis Natury nie mieści się w ramach mechanicznej doktryny.

V.

Newtonowska Mechanika jest otwarcie i ściśle deterministyczną nauką; na determinizmie polega jej siła i urok; Laplace wypowiedział tylko *explicite* założenie, na którem (jako na oczywistym pewniku) systemat Newtona był zbudowany. Fizyka relatywistyczna posuwa się

o krok dalej; dla niej nie tylko przyszłość jest wynikiem przeszłości; dla niej, z równą słusznością, przeszłość zawiera się w przyszłości; całkowitość wydarzeń w Kosmosie jest według niej dana nieodwołalnie, jest dana *statycznie*. Przeciwko determinizmowi nurtuje jednak w fizyce głęboka wątpliwość. Od Maxwella rozpoczął się t. zw. *statystyczny* sposób myślenia w naszej nauce. Rozumiano go początkowo jako pogłębienie, jako idealizację starodawnego atomizmu, który wielu umysłom wydaje się dzisiaj zbyt naiwnie konkretny. Ale statystyczne myślenie wzmogło się, rozwielmożniło się obecnie w całym obszarze badania wszechświata; może ono pociągnąć za sobą przejmującą zmianę w stanowisku naszem względem procesów Natury. Nie przecząc determinizmowi, statystyczne rozumowanie obchodzi się bez jego założeń; zadaje mu tem samem cios, oczywiście śmiertelny. Nie wchodząc w konieczność wydarzeń, statystyczny rachunek z ich wielkiej mnogości wyprowadza przeciętne lub ogólne sumy; badając rozdział wydarzeń dokoła przeciętnej, znajduje ich *prawdopodobieństwo*. Statystyczne prawa nie są zatem równie bezwzględne jak klasyczne twierdzenia Newtona albo Laplace'a; jeśli tak wolno powiedzieć, nie żądają tak bezwarunkowego posłuszeństwa od zjawisk Natury. Jeżeli liczba elementarnych faktów

składowych jest (dla człowieka) ogromna, statystyczne prawa obowiązują praktycznie, ale wówczas nie wykluczają drobnych, przelotnych, coraz się powtarzających uchyleń od norm swoich własnych; przeciwnie, przewidują tę chwiejbę i wskazują prawdopodobny jej zakres. Takie wahania, zwane *fluktuacyami*, poznano istotnie, pod kierunkiem teoryi, w rozmaitych oddziałach zjawisk fizycznych; było to ulubione pole pracy nieodżałowanego naszego kolegi, ś. p. Maryana Smoluchowskiego.

Determinizm długo święcił tryumfy; każde przejście planety przez pole widzenia astronomicznego narzędzia, każda oscyllacya wahadła potwierdzać się zdaje, że on obowiązuje w przyrodzie. Ale zdolność przewidywania Newtonowskiej Mechaniki ma pewne granice. Deterministyczna teorya wyprowadza stan następujący z poprzedzającego; tym sposobem przesuwa wstecz odpowiedź na każde pytanie, spycha niejako o piętro niżej naszą niewiadomość; jest to wielkie zwycięstwo, ale nie całkowite. Mechanika Niebieska zapożycza naprzykład z doświadczenia wiadomości, które charakteryzują układ słoneczny, które wyrażają kształt, rozmiary i masy składających go brył, dalej ich rozkład i ruch w dowolnej chwili, zwanej „początkową“. Prawa deterministyczne wypowiadają się wogóle w różniczkowych równaniach; ażeby przejść do praw dotykalnych,

całkowych, przybieramy do pomocy rozmaite dodatkowe wiadomości, t. zw. „kollokacyjne“; ogół tych wiadomości leży poza ramami praw roztrząsanego zadania. Ażeby być doskonałym, zupełnym, determinizm musiałby objąć — wszystko.

Statystyczne teorje (przynajmniej w dotychczasowej postaci) mają ograniczenia jeszcze dotkliwsze. Gdy zmniejsza się liczba elementów, składających zjawisko lub układ, fluktuacje (o których przed chwilą mówiliśmy) wzmagają się; w bardzo prostych układach, w jednolitych zjawiskach, wahania stają się nadmierne, wykraczając poza ramy statystycznego rozumowania. Ze stanowiska statystycznego ruch jednego, odosobnionego *punktu* materyalnego albo pole jednego, odosobnionego *elektronu,* wydaje się fluktuacją potworną, która jest nie do pojęcia. Czy mamy powiedzieć, że w dostępnym nam świecie niema nic prostego, elementarnego, odosobnionego, jednolitego? Możnaby mniemać, że taki postulat powołujemy tylko na ratunek zagrożonej, niedoskonałej metody myślenia. A jednak ku takiemu założeniu zdaje się zmierzać rozwój niemal każdej nauki. Świadomość nasza, naprzykład, na pierwszy rzut oka, wydaje się faktem prostym, elementarnym. Spostrzeżenia i zastanowienie się uczą, że jest ona, przeciwnie, niezmiernie zawiła. Często bywa w taki sposób

zawiła jak zegar przedziwny, złożony z tysięcy zazębiających się kółek; niekiedy bywa raczej podobna do roju pszczół, do mrowiska lub do tumanu pyłków, chaotycznie tańczących w promieniu słonecznym.

VI.

Ludzkość przebyła odmęt dzikości i okrucieństwa, długie wieki ohydnego tępienia się i niedorzecznej, bezmyślnej grabieży. Wychodzimy zaledwie, może raczej zaczynamy wychodzić, ze smutnego okresu prześladowania i unieszczęśliwiania ludzi przez ludzi. Przez trudy i walki, przez nieporozumienia i błędy, przez uprzedzenia i krzywdy, przez niedolę, cierpienie i rozpacz, przez potoki łez i okropny ocean krwi idziemy ku niewiadomej przyszłości. Czy nie przedziera się coś przez bolesny ów chaos? Przez wir prób nieskutecznych, przez zwaliska wiązań nietrwałych coś się przesącza, coś z zamętu wyrasta, co nie leżało w ludzkich zamiarach, coś, co przewyższa i obejmuje nas wszystkich, nad czem pracujemy mimo woli i wiedzy.

Młodzi współobywatele Rzeczypospolitej naszej akademickiej! towarzysze pracy, których sercem witamy! Tu, w tej Wszechnicy, którą Naród w ciągu stuleci wydźwignął, tu powinniście zrozumieć ów pochód; tu możecie poznać i pokochać ową mozolną pod górę wędrówkę; tu sami macie stanąć w szeregu. Czy wolno

nam życie uważać za fantasmagoryę wrażeń przyjemnych lub przykrych, którym pozwalamy świadomość naszą zabawiać? Nie; człowiek prawy nie pojmuje życia w ten sposób. Każdy czysty człowiek ślubuje, że pozostawi ludzkość choć nieco *lepszą* aniżeli ta, którą zastał. Każdy z nas jest spadkobiercą niezliczonych poprzedzających pokoleń; każdy jest odpowiedzialny za niezliczone następne. Każdy z nas jest cząstką większej i wyższej całości, każdy jest aktem niepojętej Potęgi.

Do Was się zwracam, młodzi przyjaciele, którzy jesteście obietnicą naszej narodowej przyszłości. Głos mój jest słaby, sąd może być łatwo zawodny; lecz pragnę Wam to tylko powiedzieć, co wszyscy tu zgromadzeni jasno lub niejasno czujemy, co rozumieli najmędrsi, czem żyli najlepsi z pomiędzy najlepszych. Przedewszystkiem Wam przypominam, że każdy człowiek miał i ma w istocie tylko *jednego* nauczyciela: *siebie samego*. Każdy tylko to umie, co posiadł pracą, co przeorał własnym wysiłkiem. Nasz Uniwersytet pragnie gorąco zapewnić Wam możność i łatwość trudu umysłowego, chce Wam służyć zachętą, pobudką, radą, wskazówką; ale uczyć musicie się sami, nie oczekując od nas szkolnego przymusu. Pracujcie z zapałem, pracujcie radośnie! Miejcie wiarę we własne siły, w przyszłość naszego Narodu, w godność życia ludzkiego, w prze-

dziwną moc Prawdy. Bez entuzyazmu, bez wiary nic nie zdziałano; nie może być dzieła, niema nawet życia, bez nadziei. Gdybyście dziś byli chłodni, gdyby szlachetne dążenie pobudzało Was tylko do niedołężnego uśmiechu, kiedyż zaznalibyście szczęścia młodości? Nie bądźcie automatami; nie powtarzajcie bezdusznie, co usłyszeliście; nie obawiajcie się rozumowania. W usiłowaniu intellektualnem błąd i pomyłka *nie* jest nieprzyjacielem; wrogiem jest tylko zamęt, niejasność i chaotyczność myślenia. Stwórzcie dokoła katedry atmosferę zainteresowania; myślom, które głosimy, dajcie dźwięczne echo. Przynoście nam śmiałość, chociażby nawet naiwną; przybywajcie z dojrzałemi lub niedojrzałemi, ale *własnemi* Waszemi myślami. Uniwersytet zaprasza Was do spółpracy, do owego zmagania się, które jest jego powołaniem naczelnem; uczestnicząc w tej walce, nauczycie się nauki prawdziwej, żyjącej; nauczycie się czegoś, co trudno z książek wyczytać; nauczycie się sztuki myślenia.

Zwracałem się do Was, przyjaciele, którym niebawem pozostawimy do wykończenia Ojczyznę. Lecz jakżebym pragnął, ażeby słowa, które jeszcze chcę wypowiedzieć, wybiegły także i poza mury tego budynku. Ucząc się myśleć, musimy także i tego się uczyć, jak godzi się postępować. Chcąc wiele zrozumieć, winniśmy dbać także i o to, ażeby wiele odczuwać. Ka-

mienne serce jest kruchą podstawą istnienia; i jest nietylko zawodne, jest (oprócz tego) godne pogardy. Musimy się zbroić; ale w walce posługujmy się szlachetnym orężem. Gotujmy się do obrony od groźby Natury, a niestety także od ludzkiej; ale nie zapominajmy wówczas o najgorszym z wrogów, w duszach usadowionym: o kłamstwie, o złości i niskiej zawiści, o chciwości i krótkowzrocznej prywacie, o niekarności i obmierzłej swawoli, która niewolą się kończy. Kto umie być mądrym, niechże będzie szlachetnym, ma bowiem stokrotnie wzmożone obowiązki i względem Ojczyzny i względem bliźniego. *Science sans conscience est une erreur de l'âme;* o tej wielkiej prawdzie mamy wszyscy w życiu pamiętać. Największy cud na tej ziemi, ludzkie sumienie, jest także na niej najwyższą potęgą.

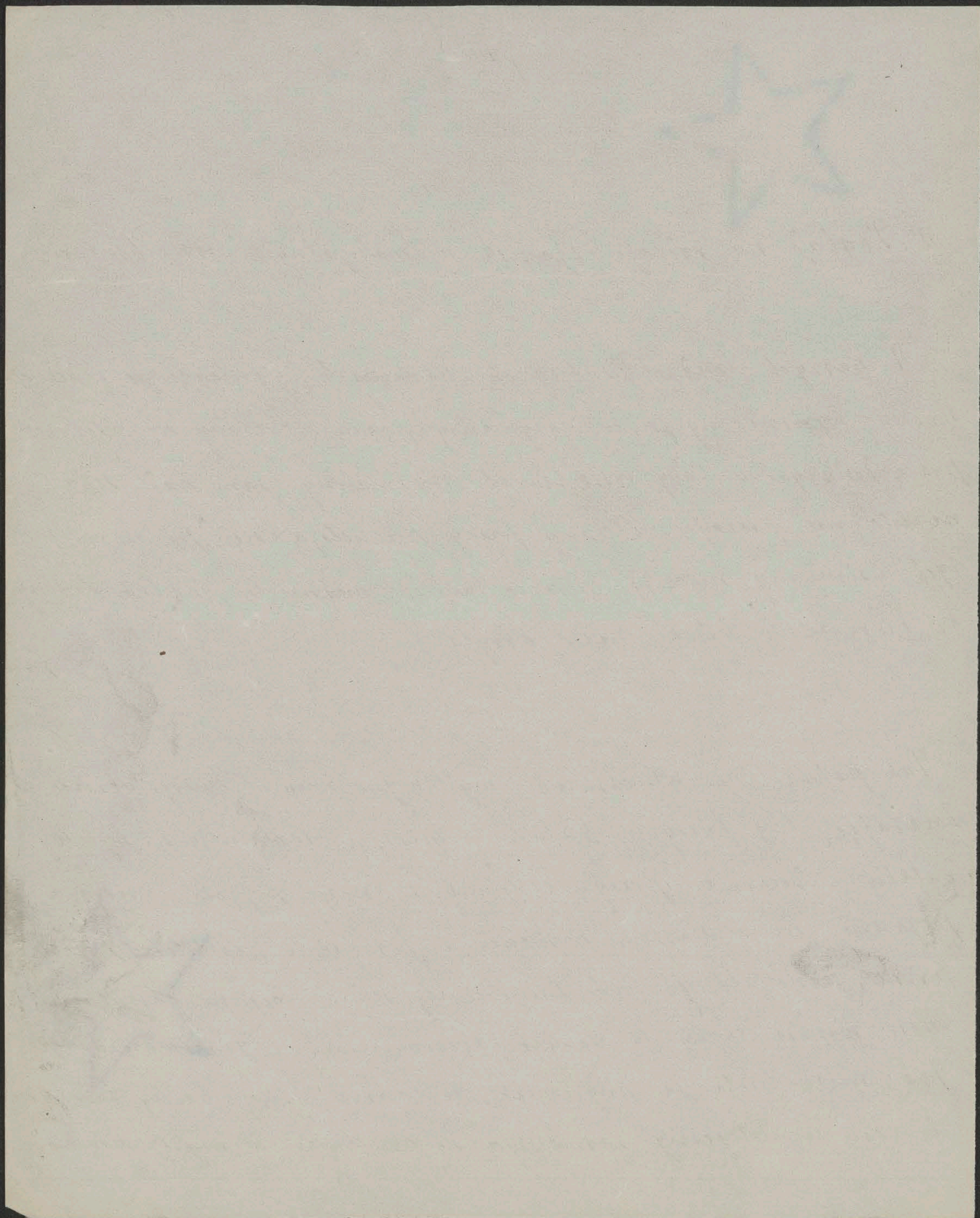
Otwieram, w imię Boże, nowy rok akademicki, od założenia Uniwersytetu naszego 559-ty.

II. Pogląd na rodzaje zjawisk w materjalnym wszechświecie

W naszych trudach, zabiegach, staraniach, oceniając je z pewnej strony, wyróżniamy to, co nazywamy pracą. Uczymy się wszędzie pracę dostrzegać. Cały wszechświat niezmierny sam nad sobą nieustannie pracuje. Oceany pracy przewalają się po nim; z tych usiłujemy niekiedy, jeszcze bardzo nieśmiele, drobne strumyki kierować w ludzkie nasze koryta.

I

Tak patrząc na wszechświat, myślimy o nim «energetycznie». Zważając bieg pracy w Naturze, spisując rachunki z jej wydatków i dochodów pracy, czujemy, że nowe pojęcie, energja, pojawiło się w naszem myśleniu. Jest-że to jednolite pojęcie, proste, jasne, którego treść zmieściłaby się w ścisłem określeniu? Może wypada raczej ją nazwać zbiorowiskiem i gmatwaniną pojęć, może trzeba ją przyrównać do tkaniny, której barwy świetne i wzór geometryczny zasnuwają się co chwila w mgłę niewiado-



mości.

Pierwszą jej stroną, rozumianą dotychczas najlepiej, jest praca; ta jest oznaczona w chaosie wydarzeń. Każda w świecie odbywająca się zmiana wymaga wykonania pewnej oznaczonej ilości pracy, danej przez samą istotę tej zmiany; ilość ta może być zresztą dodatnia albo ujemna lub też równa zeru. Taka prawidłowość spełnia się, o ile wiemy dotychczas, ściśle i powszechnie; mamy ją właściwie na myśli, gdy wypowiadamy t. zw. zasadę zachowania energji, która, jak widzimy, mogłaby nazywać się, może stosowniej, zasadą oznaczoności pracy.

II

Ale praca jest tylko stroną, jest tylko pewnym widokiem pojęcia energji i jego treści nie wyczerpuje. Zasada oznaczoności pracy (lub zachowania energji) chwyta tylko jedną cechę z urządzenia Natury. Możnaby może powiedzieć, że obejmuje ją niejako za luźno, że ją wprawdzie dokoła otacza, ale zanadto zdaleka. Każde naukowe twierdzenie możnaby może przyrównać do sita, które rzeczy możliwe oddziela od niemożliwych; w takim razie zasadę zachowania energji należałoby w paraboli uznać za sito niedość gęste. Wprawdzie zjawiska, które ona odrzuca jako niemożliwe, nigdy i nigdzie nie

dochodzą do skutku; lecz między temi, na które pozwala, znajdują się pospołu: zjawiska rzeczywiste, codzienne, jakoteż i takie, które się nie odbywają, o których wiemy, że są przeciwne porządkowi Natury. Możemy inaczej wyrazić nasza myśl. Wyobraźmy sobie świat, nad którym panowałaby jedynie tylko zasada zachowania energji; może w nim odbywa się gdyby wydarzenia urojone, które piętnuje i odpycha doświadczenie codzienne. Wystawiona na działanie płomienia, woda w tym świecie mogłaby zamarzać na lód, byleby jednocześnie gazy płomienne rozgrzewały się jeszcze silniej. Swobodnie puszczony kamień mógłby tańczyć w powietrzu i zataczać w niem kręgi dowolne, byleby prędkość, którą w pewnej chwili osiąga, była ściśle ta, jaka wynika z zasady zachowania energji. Trące się nawzajem o siebie dwa kawałki drewna mogłyby oziębiać się dzięki tarciu, gdyby zarazem względna prędkość ich ruchu wzmagała się, zamiast się zmniejszać. Gdy odkształcamy lub przesuwamy względem siebie wzajemnie dwa elektryczne obwody, płyną w nich prądy, posłuszne prawom dobrze znanym, prawom niezmiennym; w świecie, który przestrzegałby jedynie zasady zachowania energji, owe prądy mogłyby być nieporównanie mocniejsze lub słabsze, byleby w stosownej mierze pracowały źródła elektrobodźcze obce, np. cieplne albo chemiczne. Podobne przykłady możemy mnożyć bez końca; lecz idzie nam tylko o wniosek, do którego one prowadzą: zasada zachowania ener-

gji jest prawdą, ale nie jest całą prawdą bynajmniej.

III

Skoro zasada zachowania energji nie wystarcza, próbowano zatem, dla opanowania zjawisk, poszukiwać praw dalszych, które dopełniałyby ją, które obok niej byłyby ważne. Prawa takie zdołano istotnie poznać w rozmaitych oddziałach nauki, w stopniach ogólności bardzo rozmaitych. Znaleziono je przedewszystkiem w Termodynamice. Tu posiadamy, pod wiele mówiącą nazwą drugiej zasady, wielkie uogólnienie, które dali nam Carnot, Clausius i Kelvin. Przenikliwość tych i innych jeszcze filozofów wytknęła drogę, po której biegnąc myśl ludzka zagłębia się dziwnie daleko pod zewnętrzny pozór Natury. Przez długi czas przypuszczano, że poza tą prawdą, przecież już bardzo wyniosłą, stoi niedaleko, o jeden zdawałoby się krok, myśl jakaś jeszcze szersza, prawda jeszcze bogatsza; dreszcz entuzjazmu poruszał umysły w nadziei, że jasność tę ujrzą wprost, w jej pełnym blasku.

Dojrzalsza rozwaga i wymowny głos niepowodzeń uczą, że droga, którą próbowano postępować w ten sposób, była zawodna.

Niema słusznego powodu, ażebyśmy mieli zaczynać budowę nauki koniecznie od zasady zachowania energji. Wiemy, że ta zasada nie daje naogół całkowitego rozwiązania zagadnień; może zatem utrudnia opanowanie zadania, przeszkadzając jednolitości umysłowego wysiłku. Wydarza się niekiedy, że przedmiot wydaje się zawiły, gdy chcemy zdobywać go kolejnemi stadjami; niekiedy bywa łatwiej posiąść naraz tajemnicę zagadki, jednym rzutem intuicji ją uchwycić, podobnie jak łatwiej jest zrozumieć ideę całkowitego posągu aniżeli porąbanego na części.

Przypomnijmy sobie koleje rozwoju innego działu nauki, starodawnej, czcigodnej Dynamiki. W Dynamice, przez przeciąg z górą stulecia, nie troszczono się wcale, lub bardzo mało troszczono się o zasadę zachowania energji. Nikt w Dynamice nie poszukiwał twierdzeń, które dopełniałyby zasady zachowania energji, podobnie jak w Termodynamice poszukiwano ich długo. Dążono w niej odrazu do całkowitego rozwiązania zagadnień; szukano w niej t.zw. praw ruchu i znaleziono te prawa. Galileusz przeczuwał je, niejako przez mgłę; Newton je dostrzegł, pochwycił i dał każdemu do ręki. D'Alembert i Lagrange, Hamilton, Kelvin i Maxwell, Helmholtz, Hertz, Gibbs i inni wyposażyli je w siłę i w polot ogólności, pnąc się coraz wy-

łej i wyżej po szczeblach oderwanego myślenia. Wyobraźmy sobie najprostszy dynamiczny przypadek; przypuśćmy, iż chcemy poznać ruch dwóch materjalnych punktów, swobodnych w przestrzeni. Nie przychodzi nam na myśl równanie, wyrażające zasadę zachowania energji; byłoby to budowaniem domu od górnego piętra; układamy odrazu sześć równań, według praw zasadniczych Newtona. Zadanie jest rozwiązane przez układ tych sześciu równań, albowiem sprowadza się ono do wyznaczenia sześciu wielkości w zależności od czasu; w tych sześciu równaniach tkwi już zasada zachowania energji, jest w nich implicite zawarta.

Taki, nadzwyczaj elementarny przypadek jest pouczający. Dlaczego, w uogólnionej nauce o zmienności fizycznego świata, nie mielibyśmy równie bezpośrednio atakować zagadnień? Poszukujmy ogólnych praw, ogólnych równań wydarzeń fizycznych. A jeżeli tak rozumiane równania mają w różnorodnych przypadkach postać zbyt niejednostajną, poszukujmy raczej ogólnej metody tworzenia ich w każdym przypadku; poszukujmy pierwotnej macierzystej formuły, z której możnaby wywieść je zawsze. Jeśli ją posiądziemy, będziemy upewnieni, że równania zmienności, pomimo rozmaitych kształtów, głoszą jedną zasadę, wypowiadają treść w istocie tę samą. Taką drogą myślenia szedł po raz pierwszy

w XVIII-em stuleciu Maupertuis, mąż śmiałego i płodnego, lecz fantastycznego umysłu. Taką drogą szedł później wielki Hamilton, Helmholtz, mnóstwo innych uczonych; idziemy nią dzisiaj w najtrudniejszych, w najdrażliwszych badaniach.

IV

Kołysząc się, wahadło naprzemian bądź wznosi się ku górze, bądź znowu opada. Obiegając słońce, planeta zbliża się ku niemu, oddala się, poczem znowu się zbliża i tak dalej bez końca. W niejednakowo wzniesionych, nagle połączonych zbiornikach woda może płynąć w jedną stronę i w drugą; podobnie może chwiać się powietrze między dwoma niejednakowo niem naładowanemi naczyniami. Pręty, sztaby, błony, nici, sprężyny mogą wyginać się i rozprostowywać, wyciągać się i znowu się kurczyć, mogą skręcać się albo rozkręcać. Płyny mogą zgęszczać się, ściskać, napływać, bądź również rzednieć, rozprężać się i stosownie odpływać. Woda może parować i potem się skraplać, może krzepnąć, zamarzać i znowu się topić. Sól albo cukier może rozpuszczać się, może przenikać do roztworu lub

też napowrót wydzielać się i krystalizować. Para jodu, której cząsteczka jest zbudowana według wzoru J^2, może przeradzać się w parę o cząsteczce jednoatomowej J; gaz N^2O^4 może zamieniać się w gaz NO^2, czerwony jodek srebra w jodek srebra żółty, cyan w paracyan; wprost przeciwne przemiany mogą odbywać się również. Możemy magnesować kawałek żelaza lub stali; możemy go odmagnesowywać. Możemy ładować kondensator elektryczny, możemy go rozbrajać. Ogrzewając jedno miejsce zetknięcia antymonowej i bizmutowej sztabki (ponad temperaturę drugiego miejsca zetknięcia), możemy wytwarzać prąd elektryczny; przepuszczając prąd przez takie miejsce zetknięcia, możemy je oziębiać. A zatem niektóre strony lub składniki wewnętrzne zjawisk fizycznych są zwrotne; niektóre, jak krótko powiemy, podzjawiska fizyczne mogą iść i naprzód i wstecz. Wszystko zatem, co dzieje się przez nie, wydarza się i mija niebawem; wszystko to może stawać się i odstawać bez końca. Odróżniamy zazwyczaj rozmaite rodzaje i formy energji: kinetyczną energję ruchu, potencjalną energję ciężkości, ciążenia, sprężystości, włoskowatości, energję cieplną, chemiczną, elektryczną, magnetyczną, elektromagnetyczną, promienistą i promieniotwórczą. Taka lista wprawdzie jest obrazem antropomorfizmu naszego myślenia; od-

zwierciedla ona raczej zdolność i niezdolność ludzkich zmysłów aniżeli urządzenie Natury; rodzaje i formy energji różnią się między sobą tylko pozornie. Dla zwięzłego jednak, choć tymczasowego opisu możemy krótko powiedzieć: w przemianach zwrotnych, w odwracalnych podzjawiskach fizycznych różne znane postaci energji (za jedynym, jak się zdaje, wyjątkiem promieniotwórczej energji) uczestniczą swobodnie, przybierając coraz inne i nowe wejrzenia i kształty i z nich napowrót wracając do pierwotnych własności.

Lecz pod tą ruchliwą i zmienną chwiejbą wydarzeń, pod tą niejako igraszką Natury, kryje się trwała i posępna robota. Odwracalnym podzjawiskom towarzyszą zwykle nieodwracalne, które (o ile zmysłom naszym wierzyć możemy) nie odbywają się wstecz, które nie zmieniają kierunku, gdy część odwracalna zjawiska cofa się, zawraca i odbywa się ~~wstecz~~ przeciwnie niż przedtem.

Rozważmy przykład napozór bardzo prosty. Czy ruch ciał materjalnych jest odwracalnem zjawiskiem? Unikamy pojęcia ruchu w klasycznej Termodynamice, która, jak niżej powiemy, jest tylko uogólnioną Statyką; w ściślej Termodynamice, poświęconej jedynie badaniu równowag, wyobrażamy sobie wirtualnie odwracalne przemiany, które nie odbywają się, nie dokonywają

się nigdy. Stanąwszy na ogólniejszem i swobodniejszem stanowisku, możemy powiedzieć, że czysty ruch ciał materjalnych byłby odwracalnem lub zwrotnem zjawiskiem. Atoli w przyrodzie nie obserwujemy niemal nigdy czystego ruchu; prawie wszystkim rodzajom ruchu, dostrzeganym na ziemi, towarzyszą opory i tarcia, towarzyszy lepkość i hamowanie, towarzyszą uderzenia, przeszkody i wstręty, które zazwyczaj umieją zniweczyć ruch bardzo szybko, jeżeli nie jest wciąż napowrót wzbudzany. Czy wznosi się ku górze, czy ku dołowi opada, wahadło zawsze doznaje oporu powietrza, tarć w osi wahania, spółdrgania podstaw i innych zakłóceń podobnych, z którемi musi się zmagać; gdy zatem w ruchu wahadła kinetyczna i potencjalna energja naprzemian przeradzają się w siebie wzajemnie, jednocześnie obiedwie zamieniają się w cieplną energję i rozpraszają się nieodwracalnie; przez proste odwrócenie ruchu wahadła niepodobna przeobrazić napowrót, w jego kinetyczną lub potencjalną energję, ciepła wytworzonego naprzykład przez tarcie. Ruch zatem czysty brył sztywnych, ruch czysty płynów doskonałych, drgania ośrodków doskonale sprężystych i tyle innych form ruchu, które badamy w Dynamice, to tylko fikcja, odwracalna strona pewnych zjawisk w Naturze. W niektórych zjawiskach ruchu nieodwracalne, towarzyszące im zwykle podzjawiska uboczne mogą być zresztą nadzwyczaj słabe i nikłe; mogą nawet

zapewne być zgoła nieobecne. Tak dzieje się naprzykład w krążeniu planet oraz księżyców w obrębie naszego słonecznego układu; w tym ruchu opór hypotetycznego ośrodka nie zdradza się i dotychczasowym spostrzeżeniom astronomicznym jest niedostępny. Tak dzieje się, o ile wiadomo dotychczas, w krążeniu elektronów w obrębie chemicznych atomów; z niektórych zjawisk optycznych możnaby było wnosić, że owo krążenie nie natrafia na opór. Tak dzieje się również, jak wypada przypuszczać, w biegu słońc przez obszary niebieskie; tak dzieje się wreszcie w przedziwnym ruchu Brownowskim, którego wytłomaczenie, niespożyta zasługa Einsteina i Smoluchowskiego, jest jednem z wielkich odkryć nauki spółczesnej. Zanurzone w ciekłym lub gazowym ośrodku stałe lub ciekłe okruchy nie pozostają nigdy w spoczynku; biegną bezładnie, zygzakowato, dziwacznie, dygocą przytem, drżą, podskakują lub wykręcają się niespodziewanie. Wyobrażamy sobie dziś, że takie zachowanie się skąpanych w płynnym ośrodku fragmentów jest objawem wiecznego i gorączkowego zamętu, w którym pogrążony jest świat molekularny; jak łódź na powierzchni mórz kołysze się ustawicznie, podobnie obca gruba cząstka, miotana przez splątane zastępy cząsteczek, nie może na chwilę zaznać spoczynku. W ruchu Browna nie dostrzeżono dotychczas objawów hamowania i tarcia; i jeżeli prawdziwe jest powyższe jego wytłomaczenie, takiego hamowania ocze-

kiwać bynajmniej nie można. Widzimy, że niektóre zjawiska ruchu odbywają się bez spółudziału podzjawisk nieodwracalnych. Ale takie przypadki są raczej skrajne niż wyjątkowe; podobnie jak zero i jedność są skrajnemi a nie wyjątkowemi liczbami w przedziale zawartych pomiędzy jednością a zerem wartości. Istnieją przykłady graniczne zjawisk odwracalnych, wolnych od nieodwracalnych; istnieją przeciwne, równie skrajne, zjawisk nieodwracalnych niepołączonych z odwracalnemi; pomiędzy temi dwoma krańcami zawarte są wszystkie możliwe stopniowania, wszelkie możliwe typy mieszane zjawisk odwracalnych, zespolonych z nieodwracalnemi.

Topiąc się, lód pochłania cieplną energję; taka przemiana jest doskonale odwracalna. Ale nie można stopić lodu, nie udzielając mu ciepła, naprzykład przez zetknięcie z ciałem od lodu cieplejszem; udzielanie zaś ciepła przez podobne zetknięcie, zatem przez przewodnictwo, jest nieodwracalne; przewodzenie ciepła jest podzjawiskiem widocznie nieodwracalnem. Tak zwane odwracalne topienie się lodu, przykład codzienny w wykładzie Termodynamiki, jest zatem fikcją, jest tylko odwracalną stroną pewnych zjawisk w Naturze. Prawda, że sprężynę można skręcać i pozwalać się jej znowu rozkręcać; ale w przyrodzie

niema doskonałych sprężyn: wewnętrzny ustrój rzeczywistej sprężyny rozluźnia się w pewnej mierze za każdem skręceniem i następnem rozkręceniem; sprężyste jej własności giną i zanikają stopniowo lecz niepowrotnie. Gdy zatem sprężysta energja zmienia się odwracalnie w obcą mechaniczną energję, przeradza się równocześnie w ciepło nieodwracalnie; sprężystość zaś doskonała, którą zajmujemy się w Fizyce matematycznej, jest fikcją, jest odwracalną stroną pewnych zjawisk w Naturze. Gdy prąd elektryczny płynie w kierunku od antymonu do bizmutu przez miejsce zetknięcia tych dwóch substancyj, ciepło wytwarza się; gdy prąd płynie w kierunku przeciwnym, ciepło jest pochłaniane. Lecz w jakimkolwiek kierunku prąd elektryczny płynie przez przewodnik, ogrzewa go zawsze; do odwracalnej przemiany między elektromagnetyczną a cieplną energją dołącza się ~~////~~ zatem inna, nieodwracalna przemiana: przeobrażanie się elektromagnetycznej energji w cieplną; ~~//~~ ta przemiana nie przeradza się nigdy w przeciwną. Podobne fakty dostrzegamy w najróżniejszych dziedzinach zjawisk. Gdy ~~[illegible]~~ promieniowanie przebiega przez próżnię, zjawisko polega na grze odwracalnych przekształceń; lecz skoro tylko dotknie materji, promieniowanie doznaje natychmiast zawiłych zakłóceń i zmian rozmaitych,

które zawsze są nieodwracalne. Promieniotwórcze przemiany znamy dotychczas dość powierzchownie; o ile (się) wydaje, ich przebieg jest typowo, wyłącznie nieodwracalny. Bez lepkości, bez oporów, bez tarcia, bez rozluźnienia, zmiękczenia, rozpłynięcia się, bez zwątlenia i ujednostajnienia budowy, bez jej zupełnego niekiedy skruszenia, bez przewodnictwa, dyfuzji, rozcieńczenia, bez zwichrzenia, skłócenia, zmieszania, co było rozdzielne, bez wessania, pochłonięcia, przeobrażenia, przerobienia, rozsypania lub rozproszenia energji, bez obniżenia się sprawności i gotowości do pracy – niema naogół, oprócz kilku (może) wyjątków, zjawisk w Naturze. Takie są procesy nieodwracalne, niepowrotne strony lub oblicza zjawisk, niekiedy drobne przymieszki, zakłócenia podrzędne, spadające ~~niekiedy~~ nawet do zupełnej nicości, niekiedy przeciwnie żywioły główne, górujące nad resztą zjawiska.

V

Wiemy już, że odwracalne zjawiska to zwykle tylko mary i cienie rzeczywistych wydarzeń; to zazwyczaj abstrakcje, które wydzielamy z dostrzeżeń rzutem wyobraźni. Musimy jednak odróżnić dwa typy (odwracalnych) zjawisk. Do pierwszego typu zaliczamy odwracalne zjawiska czystego ruchu, czyli dynamiczne oraz bogatą grupę

zjawisk odwracalnych elektromagnetycznych, świetlnych i promienistych. Są to przedewszystkiem wektorjalne zjawiska; mają własny swój impet, mają rozmach sobie właściwy; zagarniają one i pochłaniają przestrzeń, którą znamy przeważnie dzięki tym właśnie zjawiskom; szerzą się i biegną same przez się, choćby bez bodźca, a samowolnie, nie zatrzymując się nigdy. Zjawiska te mogą wydarzać się poza materyą lub tylko zewnętrznie dotykają materji i nie zdają się być z nią istotnie związane; wszystkie te cechy są widoczne w zjawiskach ruchu. W polu elektromagnetycznem mamy dwa zasadnicze rodzaje odwracalnych podzjawisk. Mamy zmienność w czasie elektrycznego wektora, połączoną z pewnem rozmieszczeniem w przestrzeni magnetycznego wektora; przykład najprostszy: magnetyczne działanie prądów dielektrycznych. Mamy powtóre, przeciwnie, zmienność w czasie magnetycznego wektora, połączoną ze stosownem rozmieszczeniem w przestrzeni wektora elektrycznego, jak to widzimy, mówiąc ogólnie, w zjawiskach indukcji. Impet tych odwracalnych podzjawisk zdradza się w zjawisku fal elektromagnetycznych, biegnących przez próżne przestworze; tu także widzimy, jak te zjawiska są luźno związane z istnieniem materji i jak mogą się od niej całkowicie oddzielać. Być może, iż należy nawet iść o krok dalej; że należy powiedzieć: odwracalne (faliste i inne podobne) elektromagnetyczne przemiany dzieją się wyłącznie w próżni; materja jest im ~~[illegible]~~ obca,

(proszę o załączenie tej kartki do 11. rewizji)

jest zgoła im niepodległa; pomiędzy materją a próżnią niema zetknięcia, niema wspólności, sprzężenia, prócz w bardzo jeszcze niejasnych, nieciągle rozsianych chwilach, w aktach emisji oraz absorbcji. O wektorjalnym charakterze odwracalnych elektromagnetycznych podzjawisk uczy sowicie Optyka oraz Elektromagnetyczna Teorja, która odkrywa przed nami sieć misternych przestrzennych powiązań i stosunków.

Do innego typu należą podzjawiska odwracalne, które spotykamy w procesach, zwanych potocznie cieplnemi lub chemicznemi zjawiskami, zwanych reakcjami lub zmianami stanu skupienia. Poczynając od prostych przemian wzajemnych między mechaniczną, cieplną i (różnych nazw) wewnętrzną ciał materjalnych energją (temi przemianami zajmujemy się zwykle w Termodynamice elementarnej), od prostych przypadków parowania i skraplania się, topienia się lub krzepnięcia, ulatniania się [(sublimowania) i osadzania, od osmotycznego przenikania, od rozpuszczania się] i rozcieńczania, od przemian allotropowych, od prostych przykładów dysocjacji – aż do najzawilszych przypadków chemicznych równowag, podzjawiska odwracalne tej kategorji rozpościerają się przez znaczną część Fizyki i przez całą niemal bogatą dziedzinę Chemii. Zdradzają one inne własności niż podzjawiska, które zaliczyliśmy

17

przed chwilą do pierwszej kategorji. Są one pozbawione własnego rozmachu; same sobie pozostawione nie trwają; przeciwnie, słabną i niebawem ustają. Są wybitnie skalarne; przestrzenne kierunki nie grają istotnej roli w ich przebiegu lub chyba tylko pośrednio. Są wreszcie najistotniej związane z materją: szerzą się w materji, ogarniają i obejmują ciała materjalne podobnie jak pożar ogarnia dom, jak epidemja szerzy się w kraju lub mieście. Wkraczają w głębokie arkana materji, zmieniają jej rdzenne własności; nawzajem od wszystkiego zależą, co łączy się istotnie ze stanem materji, co wyraża i charakteryzuje ten stan. Zależą naprzykład nieodbicie od temperatury ciał materjalnych, w których dokonywają się one; tę powszechną i głęboką zależność wyjaśnia Termodynamika. W pierwotnem, ciaśniejszem ujęciu, Termodynamika jest istotnie wytworem konsekwentnego zastosowania jednej nieporównanej myśli, w której określenie temperatury jest już zawarte. Pojęcie temperatury jest również wyłącznie skalarne. Być może, że ono jest skalarne tylko wskutek mieszania się ze sobą, w stanach równowagi materji, wskutek krzyżowania i splatania się tłumu niezliczonych, indywidualnie wektorjalnych zjawisk elementarnych; być może, że każde zjawisko skalarne jest wynikiem

i niejako pozostałością takiego krzyżowania się. Wyobraźmy sobie naprzykład ciąg fal płaskich, spolaryzowanych liniowo; jest to wybitnie wektorjalne zjawisko; zwykłe pojęcie temperatury nie może go chwycić, nie przystaje do niego. Ale nieskończony tłum fal, nieskończenie bezładna plątanina ciągów falistych, biegnących jednakowo we wszystkich kierunkach, może mieć cechy skalarne; wektorjalne własności indywidualnych ciągów gubią się w tłumie izotropowym. Możemy urzeczywistnić takie promieniowanie, przynajmniej przybliżenie, w dziedzinie próżnej, zewsząd zamkniętej, co do promieniowania odosobnionej, spoczywającej i otoczonej przez zwykłe ciała materjalne o temperaturze jednostajnej; wyłączamy przytem z uwagi zjawiska fluorescencji, fosforescencji, chemicznej, mechanicznej lub elektrycznej luminescencji i wogóle wszelkie przypadki t. zw. jarzenia się. Podobne promieniowanie, bardzo niewłaściwie nazywane "czarnem promieniowaniem", może raczej wypadałoby mianować "zrównoważonem promieniowaniem". Rozumiemy teraz, że zrównoważone lub czarne promieniowanie zależy od temperatury, że zależy nawet wyłącznie od temperatury. Promieniowanie zrównoważone może oczywiście być badane (i zostało istotnie zbadane) na termodynamicznej drodze myślenia.

Podzjawiska pierwszego typu nazwijmy kinetycznemi; podzjawiska typu drugiego możemy nazywać reakcjami odwracalnemi lub może termostatycznemi podzjawiskami, skoro Termodynamika, która, jak powiedzieliśmy, dotychczas jest Termostatyką, nauczyła nas, jak je dostrzegać i badać.

VI

Uważajmy zjawiska, w których upatrujemy składniki odwracalne t. zw. kinetyczne; plączą się między niemi zwykle i brużdżą nieodwracalne procesy; hamują one impet kinetycznych, osłabiają ich rozmach i w końcu go niszczą, albowiem kinetyczną energję tych podzjawisk rozrzucają, rozpylają, rozprowadzają, zamieniają na ciepło; tym sposobem pośrednio wysysają z układu inne jego rodzaje energji albo poprzez ów układ wyciągają i rozpraszają energję z obcych źródeł, zewnętrznych. W stosunku do istniejących zapasów szybkość rozpraszania bywa bardzo rozmaita. W ruchu postępowym i obrotowym kuli ziemskiej rozpraszanie może wynikać (oprócz z oporu dotychczas domniemanego ośrodka) naprzykład ze spotkań z meteorytami, z niedoskonałej sztywności ziemi, z tarcia wewnętrznego wód w morzu i oceanach i z innych źródeł podobnych; odbywa się ono w każdym razie bardzo powoli, dlatego ruch kuli ziemskiej trwa już i będzie trwał jeszcze znaczną

liczbę lat. Jak już powiedzieliśmy, być może, iż Brownowski ruch pływających w płynie okruchów nie zanika wcale; lecz tego wniosku nie możemy być pewni, albowiem bardzo słabe rozpraszanie byłoby niedostępne mało subtelnym pomiarom dotychczasowym, albowiem (powtóre) teoretyczne badanie ruchu Browna, w nieznajomości istotnej budowy molekuł, może posługiwać się tylko uproszczonemi, fikcyjnemi ich symbolami. Ruch wahadła w powietrzu lub ruch samego powietrza trwa niekiedy dość długo i uspakaja się powoli; natomiast widoczny ruch w glicerynie, w oliwie, w syropie, mazi lub smole ginie szybko; w kleju, w wosku, żywicy lub ołowiu ruch ten zamiera tak prędko, że bezpośrednio nie możemy go dostrzec. Przemiana, która w powietrzu dokonywa się w ciągu miliardowej części sekundy, wymaga lat w żywicy lub ołowiu; ale to jest okoliczność podrzędna. Pole elektryczne słabnie i niknie w każdym gatunku materji. W srebrze lub miedzi ginie szybko; w szkle, kauczuku lub mice trwa długo i rozprasza się bardzo powoli. Ale taka różnica dla fizyka nie jest ważna; ważne jest to, że istota obumierania jest zawsze ta sama.

Pamiętajmy o tem, że procesy nieodwracalne, towarzyszące odwracalnym kinetycznym zjawiskom, miewają w nich właśnie swe źródła. Tarcie w ruchu zależy od prędkości i ciepło Joule'a, powstające

w łonie metalu z elektrycznej energji, zależy od natężenia pola. Podzjawiska nieodwracalne zabijają zatem i niszczą nietylko owe odwracalne, którym towarzyszą; gubią one się same, gdyż wysysają własne swe źródła. Zatem ~~[illegible]~~ prowadzą całość zjawiska, dokąd staczają się same: do ciszy, do spoczynku, do zastoju, do śmierci. Spójrzmy dokoła: nasz zaułek wszechświata, toczony przez nieodwracalne zjawiska, zamiera powoli, wyczerpując się w walce. Ziemia pokryła się skrzepem i próchnem. Najbliższa nam bryła, księżyc, zmarzł już oddawna; straciwszy wiele ze swej ruchliwości pierwotnej, zaledwie dzisiaj może dokoła ziemi wydążyć. Słońce zżółkło i stygnie wyraźnie; jest to gwiazda wcale podrzędna, jej układ, kosmicznie rzecz biorąc, będzie trwał krótko. Wszędzie ciała poruszone ustają. Wózek, popchnięty po bruku, zatrzymuje się rychło; rozkołysany dzwonek uspakaja się wprędce; woda wzburzona w naczyniu układa się niebawem do równego poziomu; podmuch powietrza w zamkniętym pokoju przemija natychmiast. Uspakajają się fale na morzu, w atmosferze wiatr cichnie, głosy przebrzmiewają; wstrząśnienia i drgania rozchodzą się w ziemi i giną gdzieś niepowrotnie. Góry szczerbią się i rozsypują powoli; rzeki zamulają się. Jedne ciała wietrzeją i kruszą się, inne płowieją

i blekną, inne butwieją, gniją, albo palą się, albo pokrywają się rdzą. Rozgrzane ciała stygną; oziębione przybierają napowrót temperaturę otoczenia. Jeżeli nie są ustawicznie wzbudzane, prądy elektryczne zamierają naogół bardzo szybko; chwytane, pochłaniane, tłumione przez wszystkie rodzaje materji, promieniowanie ginie w niej, zwykle niepowstrzymanie.

Z taką powszechną dążnością przyrody walczymy bez przerwy; musimy z nią walczyć. Przyroda ujednostajnia wszystko, wyrównywa, przyćmiewa, uspakaja i gładzi; my zaś, ażeby żyć, musimy odrabiać tę jej bezmierną robotę. Musimy odżywiać się, oddychać, zaspakajać pragnienie, od zbytniego chłodu lub upału się chronić, w nocy niecić światło, zabezpieczać się od klęsk żywiołowych, porozumiewać się między sobą, przenosić się z miejsca do miejsca, chorobom (się bronić), cierpieniu kłaść kres lub nieść ulgę, tworzyć rodziny, gminy, społeczeństwa i państwa, myśl naszą kształcić, utrwalać i szerzyć, uczucia pogłębiać i uszlachetniać; a w tych i wszystkich innych naszych potrzebach i celach cóż czynimy? Oto staramy się wydobywać rzeczy z naturalnego chaosu i przysposabiać je sobie, usiłujemy wytwarzać układy sztuczne, urządzenia nienaturalnie proste, czyste, ścisłe, stany niezwykłe i nietrwałe ale nam potrzebne. W drobnym zakresie naszych sił i możności odnosimy wprawdzie zwycięstwa nad upodobaniem

Natury; ale są to zwycięstwa pozorne, albowiem okupione straszliwem marnotrawstwem nagromadzonych w świecie zasobów; są to zwycięstwa chwilowe, albowiem skazane na zagładę natychmiast. Każdy bochenek chleba, każda rozpraszająca ciemności lampa, każda karafka filtrowanej lub destylowanej wody, każda sztuka płótna, każdy arkusz papieru, każdy rysunek, obraz, posąg, klejnot, każdy dom, most, pałac, okręt, każde laboratorjum, każda fabryka i każdy księgozbiór, każda lokomotywa i każda igiełka jest takiem miejscowem, maleńkiem, pozornem, chwiejnem, chwilowem i przelotnem zwycięstwem. Ażeby zbudować automobilę, ile spalono węgla, ile roztrwoniono energji? Pokonywamy wstręty Natury, szyjąc parę trzewików lub sporządzając pancernik; przymuszamy ją lokalnie do ładu i składu, do pewnego porządku i użyteczności; jak długo? Wszelkie ciało czyste jest niejako wyzwaniem rzuconem Naturze; chemicy i fizycy wiedzą oddawna, że naprzykład woda bezwzględnie czysta jest fikcją, jest idealnem, granicznem pojęciem; spółczesna nauka dziś nam powiada, że ołów, krzem, rtęć, że nawet chlor czysty jest czemś w rodzaju mieszaniny. Każde naukowe doświadczenie jest arcydziełem nieprawdopodobieństwa; ażeby powiódł się pomiar wysokiej ścisłości, potrzeba niesłychanego zbiegu wydarzeń. Każdy

utwór Sztuki jest dla Natury wybrykiem, skandalem poprostu; czemże jest Sztuka? upragnieniem niemożliwości. Czego pożądamy, ku czemu dążymy, co jest wysokie, czyste, szlachetne, wszystko to zawsze jest wyjątkowe; wszystko to lśni w marzeniu, w utopji zachwyca, w życiu zaś na mgnienie oka się iści ~~przez~~ raz na ~~przeciąg~~ stulecie. Walczymy nieustannie z Naturą; wciąż usiłujemy wydrzeć wpływowi jej przemian jakiś przedmiot, jakąś istotę, jakieś urządzenie. Pożar domu, zawalenie się mostu, zatonięcie okrętu, wybuch gazów w kopalni – jest buntem Natury przeciwko narzuconemu jej przez człowieka, nieznośnemu jej porządkowi. Zważmy, że te i podobne nieszczęścia i klęski są tylko powrotem pewnych układów do stanu mniej sztucznego aniżeli pierwotny; pamiętajmy, że owe układy do naturalniejszego stanu dojść muszą, na tej drodze czy innej, prędzej lub później. Samo życie nasze jest ciągiem nieodwracalnych organicznych procesów; całe życie nam schodzi na zastanawianiu się przed wewnętrznemi i zewnętrznemi podzjawiskami nieodwracalnemi. Wszystko, czego nam potrzeba ze względu na czystość i zdrowie, ze względu na rozwój fizyczny i równowagę duchową, ze względu na bezpieczeństwo, porządek, wygodę, dobry smak albo piękno, wszystko to jest rzadkie i trudne do zdobycia; wszystko to jest nietrwałe, wszystko

jest znikome, gdy już jest osiągnięte. Co fizycznie czynimy, naogół jest walką, z góry przegraną, z nieodwracalnemi zjawiskami Natury; czując, że nie możemy im zapobiec, usiłujemy przynajmniej tu i ówdzie hamować, opaźniać i odwlekać ich przebieg. Taki ostatecznie jest sens wszystkich naszych magazynów, składów, zbiorników, spichlerzy, naszych skarbców i kas, naszych arsenałów i zamków, naszych pałaców i fortec, naszych grodów i grobów, naszych kopców, posągów, pomników, naszych muzeów, kollekcyj, bibliotek, archiwów; taki był lub jest cel wszystkich murów i bronzów, wszystkich piramid kamiennych i stalowych wież. Lecz to wszystko jest walką liścia z wichurą jesienną; wszystko to będzie, jest już dzisiaj, łupem nieodwracalnych podzjawisk; wszystko to w proch się obróci i w pył bezimienny.

VII

Potrafimy niekiedy odosobnić drobny układ materjalny, uchronić go od straty i od przybytku masy; potrafimy zachować przez czas pewien bez zmiany warunki zewnętrzne; dostrzegamy w nim wówczas niebawem, zazwyczaj, wyczerpanie się kinetycznych odwracalnych podzjawisk a także pospolicie im towarzyszących nieodwracalnych, które, stłumiwszy kinetyczne, wyczerpały swe źródła. Możliwe są wówczas jedynie podzjawiska odwracalne skalarne, typu

drugiego, które nazwaliśmy termostatycznemi podzjawiskami. Są to jednak przemiany, pozbawione samoistnego popędu; odbywają się wówczas, gdy jednoczesne nieodwracalne procesy torują im drogę. Gdy zatem w układzie zjawiska nieodwracalne zamarły, termostatyczne są wprawdzie możliwe, są przygotowane; ale pozbawione pobudki, nie dochodzą do skutku. Mówimy wówczas, że równowaga panuje w układzie. Zważmy jednak, że, choćby tylko w nieskończenie ciasnym zakresie zmienności, układ ma wówczas conajmniej dwie drogi do wyboru, dwa kierunki zmian, jednakowo możliwe; ponieważ są równouprawnione, na żaden z nich układ nie może się zdecydować. Mamy wówczas w układzie t. zw. obojętną równowagę. Mamy ją np. w mieszaninie wody ciekłej i lodu lub śniegu, jeśli panuje w niej temperatura jednostajna zera Celsjusza oraz ciśnienie normalne i jednostajne jednej atmosfery. Bywają inne przypadki równowagi, np. takie, w których przecięta jest możliwość nawet termostatycznych podzjawisk; można je nazywać przypadkami trwałej równowagi. Bywają również przykłady chwiejnej albo i pozornej równowagi.

Musimy jednak i o tem pamiętać, że pojęcie zjawiska, przemiany, zdarzenia (a zatem także pojęcie równowagi) do pewnego stopnia jest subjektywne; zależy ono widocznie od liczby, od jakości i wogóle od wyboru zmiennych niezależnych, które mają wyznaczać stan danego układu. Co jest równowagą przy jednym wyborze tych zmiennych,

może wydawać się wirem gorączkowych wydarzeń dzięki odmiennej co do środków badania decyzji. Długotrwały więc spór między termodynamiczną a molekularną (lub statystyczną) metodą myślenia w znacznym stopniu jest próżny; niezgodność poglądów wynika z różnicy obranych stanowisk.

VIII

Wiemy bardzo mało; zaledwie rozpoczęliśmy pochód na drodze do poznania praw zjawisk. Zdawałoby się, że każdy krok po tej drodze wyczerpuje siły pokolenia, które go uczyniło. Po każdym takim kroku ludzkość musi przystawać i oswajać się z nowym widokiem. Ale niebawem pochód znów się rozpoczyna i nauka wzrasta.

Dlaczego ten pochód? Jaki cel ma nauka? Po cóż chcemy poznawać Naturę? Na pierwszy rzut oka położenie nasze w niej jest okropne. Powiadamy, że Natura jest okrutna; lecz Natura jest gorzej niż okrutna, jest obojętna, pogardliwa nieludzko: i względem nas, których przecież co chwila zgniata i zmiata, i względem wszystkiego, wszystkiego, co się w niej kiedykolwiek ziściło.

Nauka nie ma celu. Prawdziwy owoc życia, jest koniecznością, wyższą nad ludzkie zamiary. Jest nieuchronną falą w potoku wydarzeń, który potrząsa wiekuiście istnieniem.

.

III. Inercja i koercja; dwa pojęcia ogólne w teorji zjawisk fizycznych

Patrzmy na świat wzrokiem nieuprzedzonym: jakie bogactwo wydarzeń i zmian, jaka rozmaitość przekształceń i zjawisk! Na pierwszy rzut oka Natura wydaje się splątaniem niezliczonych jakości. Jest-że tak rzeczywiście? Czy na dnie rzeczy leżą istotne jakościowe różnice? Powinniśmy wyznać, że nie jesteśmy dotychczas zdolni nietylko rozwiązać ale nawet roztrząsać podobnych zagadnień. Istnieją różnorodne nauki, które badają świat. Nauki te budzą w nas podziw i cześć jako potężne duchowe zjawisko; lecz postawione naprzeciw promiennej Naturze, zdradzają czem są: są próbą ułomną i tylko początkiem usiłowania.

I

W Fizyce przywykliśmy patrzeć w tak zwany świat materjalny, w martwą Naturę; zająwszy to stanowisko, nie umiemy dotychczas stanąć na innem. Więcej powiemy: zająwszy to stanowisko, zatoczywszy taki widnokrąg, nie umiemy dotychczas objąć go jednem spojrzeniem. Wiedzy naszej o martwej Naturze nie zdoła-

liśmy ulać w kształt jednolitej, konsekwentnej nauki. Możemy tylko powiedzieć, że jakkolwiek jesteśmy odlegli od osiągnięcia takiego celu, zmierzamy ku niemu.

Możemy odróżnić dwie dziedziny zjawisk w nieożywionej przyrodzie: te, które trwają i inne, które się kończą. Wiemy naprzykład, że trwa ruch obrotowy ziemi i roczny jej bieg koło słońca. Wiemy, że trwa ruch księżyca i planet, ruch rojów i komet, ruch słońc i układów słonecznych i gwiazd i strumieni gwiazd w przestworzu niebieskiem. Ruch drobniejszych ciał ziemskich trwa również, gdy nie tamują i nie hamują go przeszkody zewnętrzne. Wahadło waha się długo w powietrzu, wagon toczy się długo po szynach i głos dobiega daleko, zanim pochłonięty zostanie. Ogromne fale, wzbudzone na oceanie, obiegają niekiedy kulę ziemską dokoła, zanim się zagubią i znikną. Wstrząśnienia wulkaniczne rozchodzą się po całej ziemskiej skorupie i chwieją ląd stały pod naszemi stopami. Brownowski ruch ziarenek w płynie wiszących trwa, jak zwykle przypuszczamy się, nieograniczenie. Trwałość w podobnych zjawiskach czyli tak zwana w nauce Dynamiki bezwładność, dostrzegana bezpośrednio zmysłami, pozostawia w umyśle głębokie wrażenie. Hamowniczy całym wysiłkiem mięśni działa na hamulce, gdy usiłuje zatrzymać wagon rozpędzony; ów

łożmy ułoż w kształt jednolity, harmonicznej natury. Możemy tylko powiedzieć, że jakkolwiek dążymy ciągle do osiągnięcia takiego celu, zawsze [illegible] ku niemu.

Możemy odróżnić dwa działy zjawisk w otaczającej przyrodzie: te, które trwają, i inne, które (się zmieniają). Wiemy wszyscy [illegible], że trwa nad strefą ziemi i rzeczy jej [illegible] Wiemy, że trwa nad księżyca i planet, nad [illegible] i komet, nad słońc i układów słonecznych i gwiazd i ich mnóstwie gwiazd w przestworzach niebieskich. Ponad [illegible] czas [illegible] rzenia, gdy nic trwałego i nie [illegible] do przeszłości [illegible]. [illegible] można [illegible] w przestrzeni, [illegible] po [illegible] i [illegible] zatem [illegible] zostanie. [illegible] na [illegible] na [illegible], [illegible] nakłady [illegible] [illegible], [illegible] (się [illegible]) i [illegible]. [illegible] nie [illegible] się po całej [illegible] [illegible] i [illegible] nad [illegible] [illegible]. [illegible] nad [illegible] w [illegible] trwa, jak [illegible], niezmienne. [illegible] w [illegible] zjawiskach [illegible] tak [illegible] w nauce Dynamiki bezwładności, zostaje bezwzględnie zachowane, pozostaje w tym [illegible] [illegible]. [illegible] całym [illegible] [illegible] na [illegible] [illegible] zaś [illegible] [illegible] [illegible]

hamowniczy zna dobrze bezwładność materji, lepiej niż ci, którzy o niej tylko w książkach czytali. W ruchu bezwładnym materji Natura daje nam wymowną, zasadniczą wskazówkę. Niekiedy daje nam taką lekcję, uzbrojona w całą kosmiczną potęgę; trudno zapomni, kto widział, w czasie całkowitego słonecznego zaćmienia, cień księżycowy, olbrzymi, nadbiegający z nieziemską prędkością. Ale tę samą naukę może nam dać i ruch ziarnka; odsłania przed nami ten sam rys głęboki w urządzeniu wszechświata.

Inny wspaniały przykład trwającego rodzaju zjawisk znajdujemy w promieniowaniu. Przez próżnię, przez bezgraniczny powszechny ośrodek, bez przerwy, bez wiadomego kształtu i krańca, który zalega świat, przez eter (jak niektórzy dziś jeszcze mówią) biegną nieustannie fale niezliczone, bezmiernie różnorodne i mnogie, często bezładne i przypadkowe, niekiedy może prawidłowo rytmiczne; biegną, nie słabnąc, tylko rozbiegając się w próżni, nie zanikając, nie ginąc, nawet na najdłuższych drogach, nawet po opanowaniu przechodzących miarę głębokości przestrzeni. Oto jest fundamentalne zjawisko, być może najprostsze, najpierwotniejsze z pomiędzy zjawisk Natury. Jest to zjawisko trwające, dopóki nie pochwyci go i nie zmąci pospolita materja. Gdy się to stanie, dopiero wówczas spostrzegamy, że fale biegły w próżni, że dobiegły materji, że zostały przeobrażone; przeżywamy je wówczas różnemi

subjektywnemi, objektywnie nieuzasadnionemi nazwami.

Do szczególnej uwagi pobudza nas tu okoliczność, że zarówno ruch czysty jak promieniowanie, trwając, muszą się przenosić, przemieszczać, posuwać i zagarnianie przestrzeni jest niejako ich warunkiem lub cechą istotną. Nie znajdziemy nic podobnego w przeciwnej klasie wydarzeń. Nauka dojrzalsza przyzwyczaja nas w samej rzeczy do upatrywania wewnętrznego związku między przestrzenią a czasem. Zagadnienie tak postawione znajduje się dziś na porządku dziennym nauki; ale niepodobna jeszcze przewidzieć, kiedy istotnie rozwiązane zostanie.

II

Dostrzegamy jednak w Naturze mnóstwo wydarzeń, których przebieg jest zgoła odmienny. Wyobraźmy sobie sztabę żelazną, zimną u jednego końca, na drugim gorącą. Stan cieplny tej sztaby zmienia się z czasem; pospolicie mówimy, że ciepło płynie w niej od miejsc gorących do zimnych. Płynięcie ciepła zaczyna się żwawo ale niebawem słabnie, zanika i całkowicie zamiera; docieramy w końcu do stanu temperatury wyrównanej, jednostajnej, czyli do równowagi cieplnej, jak wyrażamy się zwykle. Bardzo być może, iż ta równowaga jest tylko pozorna; że maleńkie, molekularne uchylenia i wahania temperatury w sztabie istnieją zawsze; lecz taki wniosek jest dotychczas tylko domysłem, którego domaga się ciągłość

logiczna; sposoby mierzenia (a może nawet i określania) temperatury są dotychczas za grube, ażebyśmy mogli myśleć o sprawdzeniu domysłu swego.

Według powyższego wzoru odbywają się różne zjawiska w materjalnym wszechświecie. Dwa ciała gazowe, dopóki nie są wcale lub są słabo zmieszane, przenikają się żwawo wzajemnie; w miarę postępu dyfuzji, aż do granic molekularnego wahania, się, słabnie stopniowo dążność do mieszania się, okazywana przez gazy. Podobnie cukier lub sól dyfunduje do wody; podobnie nawet do ołowiu dyfunduje złoto. Podobnie uspakaja się powiew w atmosferze zamkniętego pokoju, prąd lub wirowanie w dużej masie wody stojącej. Tysiączne reakcje chemiczne odbywają się podobnie; mieszanina naprzykład, która zawiera wodór, jód i jodowodór gazowa w innym stosunku aniżeli przewidziany przez prawa termodynamicznej teorji równowag, jest w nierównowadze, zmienia się, dąży do równowagi; lecz dąży coraz powolniej, im bliżej do jej osiągnięcia. Pole elektryczne w każdym gatunku materji dąży do zniknięcia, podobnie jak stan temperatur niejednakowych w sztabie żelaznej; to zanikanie albo zluźnianie istniejącego lub przez nas wciąż wznawianego pola elektrycznego jest treścią zjawiska, zwanego prądem elektrycznym. W tych i w innych przypadkach podobnych spostrzegamy, że kolejne stany materji, choć coraz leniwiej,

dążą do pewnego kresu, którym jest uspokojenie się widomych zaburzeń, stan niezmienności, przynajmniej pozornej, w istocie zaś może nieograniczona chwiejba molekularna.

III

Powracamy teraz do zjawisk kategorji poprzedniej, do zjawisk *bezwładnych* czyli tych, które trwają; są to właściwie utwory myśli, abstrakcje, oderwane od rzeczywistości. Nauka Dynamiki, naprzykład, zajmuje się ruchem; ale w Naturze niema ruchu czystego; ruch rzeczywisty bywa zwykle splątany ze zjawiskami innemi, bądź z rodzaju trwających, bądź z drugiej kategorji, zanikających. Zatem Dynamika jest idealizującą nauką, której założenie jest od początku za ciasne. Dlaczego zatem uprawiamy Dynamikę, cenimy ją bardzo i stawiamy niemal za wzór? Czy możemy postępować inaczej? Naturę, niezmierną Naturę, pragniemy objąć daną nam zdolnością myślenia; pragniemy ją pojąć, pomimo, że jest niewypowiedzianie zawiła. Stając na stanowisku Dynamiki, dopuszczamy się wprawdzie zasadniczej jednostronności; zaniedbujemy wówczas ogrom innych stosunków i związków; ale przecież według reguł owej nauki, cośkolwiekbądź rozumiemy w Naturze. Tą drogą poprowadził nas *Newton*, wielki przywódzca. *Newton* pokazał, że w ruchu brył w przestworzu niebieskiem istnieje pewna prawidłowość, którą człowiek jest zdolny przeniknąć. U ogól-

niając to (już i tak wielkie) dzieło, Newton wykrył powszechne prawa ruchu, prawa ruchu wszelkich ciał w dowolnych warunkach; stworzył zatem oderwaną Dynamikę, której Mechanika Niebios jest prostym rozdziałem.

Powinniśmy dziwić się, powinniśmy się zdumiewać, że można było odkryć prawa ruchu, nie troszcząc się wcale o pozostały kompleks Natury. Wyobraźmy sobie naprzykład nasz układ słoneczny; to przecie jedno ogromne, jedno łączne, jedyne zjawisko; tylko przez proces umysłowy wydzielamy z tej całości zjawiska ruchu składowych części układu. Newton szukał praw ruchu, wcale nie zważając, czy i jak słońce stygnie, jak zmienia się ziemski magnetyzm, jakie dzieją się w tym układzie cieplne, chemiczne, elektryczne, promieniste, (promieniotwórcze) zjawiska; czy miał prawo tak postępować? Wiemy dziś, że zjawiska promieniowania wpływają na ruch ciał, zwłaszcza tak rzadkich jak np. komety. Wiemy, że ani masa, ani [illegible] dynamiczny charakter kuli ziemskiej, nie są niezmienne. Wiemy, że wszystkie bryły niebieskie są zawiłe, że przebyły długie dzieje wielkich przeobrażeń wewnętrznych, że [illegible] układ słoneczny jest nietrwały i dąży do nieznanej przyszłości. Skoro jednak mogła powstać odrębna, konsekwentna, przynajmniej przybliżenie z prawdą zgodna Dynamika Niebios i Dynamika (brył materjalnych) (ogólna), zatem widocznie w tym szczególnym przypadku, który nas obejmuje i kształtuje naszą działalność, zadanie Natury, przybliżenie lub ściśle,

rozpada się na niezależne zadania.

Taki jest początek każdej nauki. Każda nauka powstaje dzięki możliwości wyodrębnienia, w odmęcie Natury, pewnego szczególnego, oznaczonego, stosunkowo prostego zadania. Takie wyodrębnienie jest konieczne w chwili tworzenia się nowej nauki; jest pożyteczne, dopóki nauka wzrasta i wzmaga się bezpiecznie w potędze; ale przecież, wobec spójni i jedności Natury, jest tylko sztucznym wybiegiem, sprzecznym z jej ukrytą harmonją. Ta sprzeczność, ta sztuczność wychodzi na jaw w dalszym rozwoju nauki; w bujnym młodym pędzie myśl ludzka rozsadza ściany, któremi ogrodziła się dobrowolnie; dąży zatem koniecznie do odmiany celu nauki, do rozszerzenia jej podstaw, do wzniesienia i (jeśli mi wolno tak się wyrazić) do uszlachetnienia jej stanowiska. Mówimy naprzykład, że dostrzegamy zjawiska ruchu, zjawiska cieplne, chemiczne, elektromagnetyczne, promieniotwórcze, biologiczne, psychiczne w dostępnym nam zakresie Natury. Ale pamiętajmy, że to wszystko wypowiadamy w konwencjonalnym, do pewnego stopnia dowolnym języku. Wszystkie te rodzaje zjawisk my tylko, my sami upatrujemy w Naturze. Doświadczenie jest jedno; wycinamy z niego abstrakcje. Owe abstrakcje nie są to zjawiska; nie są to nawet części zjawisk; są to przecięcia przez zjawiska. Na swoich planach ukazuje nam budowniczy raz pozio-

rozpada się na poszczególne zadania.

Taki jest początek każdej nauki. Każda nauka powstaje dzięki możliwości wyodrębnienia, w obrębie Natury, pewnego szczególnego zagadnienia, w stosunkowo prostego zadania. Takie wyodrębnienie jest konieczne w chwili tworzenia się nowej nauki, jest przyczyną, dopóki nauka wzrasta i rozwija się, szczególnie w początku, ale później, kiedy [illegible] i jedności Natury, jest tylko sztucznym wyjątkiem, sprzecznym z jej ukrytą harmonią. Ta sprzeczność, ta „dziedzinowość" wychodzi na jaw w dalszym rozwoju nauki, w [illegible] [illegible] [illegible] każda nauka [illegible] [illegible] odrębnie zajmuje się dziedziną, dąży zatem koniecznie do łączenia całej nauki, do rozszerzenia jej podstaw, do włączenia w nią i (jak się wtedy też się wyraża) do scharakteryzowania jej [illegible]. Któż nie przewidział, że dziedzinowy podział nauki zjawisk fizycznych, chemicznych, elektromagnetycznych, promieniotwórczych, biologicznych, psychicznych w dostępnym nam zakresie Natury [illegible] [illegible], że to wszystko wypowiadamy w konwencjonalnym, do pewnego stopnia dowolnym języku. Wszystkie te różnice zjawisk są tylko, my danymi wykrytymi w Naturze. Dziedziny nie jest [illegible], wyrażanej z naszej abstrakcji. One abstrakcje nie są to zjawiska; nie są to nawet części zjawisk; są to przejawy prazjawiska. Na innych planach wskazuje nam [illegible] [illegible] pozio-

me, to znów pionowe przecięcie budynku; podobnie nauka, w rozlicznych swoich teorjach, daje nam przekroje przez wszechświat, znalezione z coraz innych punktów widzenia.

IV

Termodynamika była jedną z pierwszych prób wydobycia się ze stanowisk ciasnych i szczegółowych; nie dzieli ona zagadnień, które roztrząsa, na części, lecz usiłuje je rozwiązywać w całości. Przekonywamy się w Termodynamice przedewszystkiem, że zwykła Dynamika jest tylko szczególnym przypadkiem, tylko jednym przykładem; że obok niej może istnieć wiele, nieskończenie wiele Dynamik. Gdy Newton naprzykład i jego następcy w XVIII-em stuleciu pragnęli poznać prawa rozchodzenia się głosu w powietrzu, w sposób właściwy zwyczajnej Dynamice, było to próżne usiłowanie. Zadanie to leży w innej prowincji, w adiabatycznej Dynamice, [jak dzisiaj mówimy albo powinniśmy mówić. I kiedy Laplace je rozwiązał, tworzył, obok zwykłej Dynamiki], drugą, która, wraz z niezliczonemi innemi, mieści się w rozleglejszym gmachu Termodynamiki. Są jednak i takie przypadki, w których żadna dynamika nie jest możliwa; w których zjawiska trwające oraz zjawiska zanikające są tak splątane ze sobą, że nie możemy oderwać jednych od drugich bez zadania im gwałtu, bez prze-

cięcia nici istotnej łączności. Termodynamika zatem nie dzieli zjawisk na fikcyjne części składowe ale bada je i chce opanować w całości. Oto programat tej nauki; programat z pewnością zuchwały, zadanie nadzwyczaj trudne i nieograniczenie rozległe. Nie możemy temu się dziwić, że tylko część dzieła, może część drobna, jest dokonana.

Mamy dotychczas termodynamiczną teorję równowag. Termodynamika nie doprowadziła nas wprawdzie do wykrycia ogólnych praw przebiegu zjawisk nieodwracalnych, ale wskazuje wspólne własności tych, które odbywać się mogą: wszystkie nieodwracalne zjawiska, zgodne z prawidłowością Natury, noszą pewne cechy wiadome. Wyobraźmy sobie układ, w którym, skutkiem narzuconych zewnętrznych warunków, możliwe są tylko przemiany nieodwracalne, nie mające owej wiadomej cechy a więc przeciwne porządkowi Natury. W takim układzie możliwość nieodwracalnych wydarzeń jest przecięta, bądź przez obowiązujące warunki, bądź przez prawa Termodynamiki; zatem w takim układzie mogą odbywać się tylko odwracalne przemiany; w takim układzie musi panować stan rzeczy, który napozór wydaje się równowagą, który nie wyklucza jednak możliwości odwracalnych

wydarzeń. Idąc tą drogą, Termodynamika uczy wynajdywać warunki równowagi czyli poznawać jej prawa. Każdy płyn, naprzykład, w razie zachowania pewnych warunków, może być w (pozornej) równowadze; Termodynamika uzasadnia zatem założenia Hydrostatyki lub Teorji włoskowatości; dostarcza podobnie dostatecznej podstawy Teorji sprężystości, statyce ciał stałych doskonale sprężystych. Elektrostatykę możemy podobnie budować na fundamencie termodynamicznym. Różne inne gałęzi fizycznej Statyki zasadzają się na Termodynamice lub z niej wyrastają. Balfour-Stewart i Kirchhoff, następnie Bartoli, Boltzmann, Wien, Planck i inni badacze wykazali w szeregu prac bardzo pięknych, że, w pewnych założeniach, może być mowa o termodynamicznej równowadze promienistej energji; tym sposobem wytworzyła się termodynamiczna teorja zrównoważonego promieniowania; nauka, która, jak wiadomo, otwiera przed nami dziś jeszcze coraz nowe widoki, coraz inne trudności. Lód wobec wody, woda wobec swej pary, kryształ soli wobec swego roztworu, roztwór wobec swego rozpuszczalnika mogą być w równowadze; Termodynamika z łatwością wskazuje prawa tych i o wiele zawilszych równowag; w tryumfalnym pochodzie przez dziedzinę Chemji, Termodynamika przyniosła tej nauce początki porządku.

V

W miarę rozszerzania się granic jej użyteczności, myśli, leżące na dnie Termodynamiki, wznoszą się coraz wyżej ponad szczegóły rzeczywistości, ale istotę jej obejmują coraz ściślej w potężne zarysy. Im dalej posuwa się ta praca (w której imiona J. Willarda Gibbsa oraz P. Duhema będą zawsze z czcią wspominane), tem dostrzegamy wyraźniej, że uogólniona Termodynamika układa się w kształty podobne do owych form klasycznych, które zwyczajna mechaniczna Statyka przybrała od przeszło stu lat.

Wiadomo, że każde zagadnienie Statyki jest z góry rozwiązane przez ogólną zasadę tej nauki, t. zw. zasadę pracy wirtualnej. Jeden wzór, jeden wiersz pisma wypowiada zawartość Statyki; ale nie powinniśmy temu się dziwić: ów wiersz wyraża istotną treść odkryć pokoleń, od Archimedesa aż do Lagrange'a. W termodynamicznej teorji równowag umiemy dziś także podobnie zagęścić treść całej nauki w jedną prostą formułę; formuła ta zaś jest całkiem podobna do podstawowej formuły Statyki. Dla dogodności i uproszczenia wprowadzamy często do rozumowań Statyki pewne ilościowe pojęcie, pewną funkcję stanu układu, t. zw. potencjał; celem wysłowienia zasady Statyki posługujemy się często tą funkcją. W Termodynamice równowag

tworzymy również »potencjał«, mianowicie termodynamiczny potencjał i mamy od niego podobne usługi jak w Statyce. Otóż termodynamiczny potencjał jest prostem uogólnieniem statycznego i otrzymuje się z niego przez uwzględnienie cieplnej strony równowag. Jest to okoliczność godna szczególnej uwagi; mamy tutaj coś więcej niż analogję formalną; mamy łączność dwóch nauk, mamy objęcie całej treści jednej nauki przez inną.

Dotąd dotarliśmy w teorji równowag; lecz taka teorja jest tylko odłamem potrzebnej nam w Fizyce, nieodzownej Termodynamiki. Równowaga jest krańcem zjawiska; poznawszy ją, objęliśmy wzrokiem tylko powierzchnię rzeczywistości. Znajdujemy się wówczas w położeniu żeglarza, który opłynął wyspę lecz na nią nie wysiadł i nie zbadał jej wnętrza. Ale w nauce nie możemy ustawać. Powinniśmy poszukiwać praw, które przewodniczą odbywaniu się termodynamicznych procesów; chociażbyśmy ich nie znaleźli, trud nasz komuś posłuży, kto, przyszedłszy po nas, oświeci się naszem błądzeniem.

VI

Powróćmy znowu do zjawisk, jak je nazwaliśmy, zanikających. Jeden z największych mistrzów naszej nauki, Fourier, był tu przed nami i w jednym oddziale, w zagadnieniu przewodnictwa cieplnego,

pozostawił nam wzór matematycznej teorji, dzieło piękne jak posąg helleński. W innych zagadnieniach podobnych inni uczeni szli analogicznemi drogami, tak iż mamy dziś w Fizyce zastęp Fourierowskich teoryj. Ale rzeczywistość jest niedościgła i przez najpiękniejsze teorje nieosiągniona; Fourierowskie teorje są tylko krokiem na prawdziwej drodze.

Przypuśćmy, że zajmujemy się procesem uspakajania się, w określonym materjalnym układzie, pewnego wiadomego rodzaju zaburzeń. Wyobraźmy sobie, że miarą postępu tego zjawiska jest pewien przepływ, przepływ pewnej ilości, w jednostce czasu, przez jednostkę pola. Postęp dyfuzji naprzykład azotu i tlenu mierzymy, podając przepływ masy azotu lub tlenu w każdem oznaczonem miejscu mieszaniny. Postęp uspakajania się wzburzonego powietrza mierzymy, podając ilość ruchu, przenoszoną przez płyn, w danej sekundzie, przez upatrzoną jednostkę pola. Postęp przewodzenia ciepła wyrażamy ilościowo przez jednostkowy przepływ, w różnych miejscach układu, cieplnej energji. Od czego ten przepływ zależy? Powiedzmy ogólnie, że zależy od bodźca zjawiska. W dyfuzji azotu i tlenu bodźcem zjawiska jest niejednostajność gęstości bądź azotu, bądź tlenu; spadek tej lub tamtej gęstości w przestrzeni jest przybliżoną miarą działającego tu bodźca. W tar-

ciu wewnętrznem bodźcem, mówiąc ogólnie, jest względna prędkość warstw sąsiadujących ze sobą albo też przestrzenny spadek prędkości płynięcia. W przewodnictwie cieplnem bodźcem, conajmniej w pierwszem przybliżeniu, jest przestrzenny spadek temperatury. — Ażeby utworzyć teorję przewodnictwa cieplnego, Fourier przypuścił, że przepływ jest zawsze wprost proporcjonalny do bodźca. Jest to myśl bliska prawdy, lecz tylko jej bliska. Czynność bodźca polega nietylko na sprawianiu przepływu; okazuje się ona w tem także, że natężenie przepływu nieustannie się zmienia. Ilość przepływającą bodziec nietylko zmusza do płynięcia; i nadto nadaje jej pewien impet. W Fourierowskich zjawiskach impet ten coprawda jest stosunkowo nieznaczny; ale w tak dzisiaj głośnych fluktuacjach termodynamicznych objawia się jasno; dość go zaniedbać, aby stracić związek z pozostałą konstrukcją nauki, jak to stało się właśnie w Fourierowskich teorjach.

Dlaczego impet przepływu zazwyczaj jest słaby? albowiem w znacznym stopniu przemaga go koercja, opór wewnętrzny ogromny, naogół czynny w materji. Koercja jest możnem działaniem ale nie jest nieskończenie przemożnem, jak przypuszczamy milcząco w Fourierowskich teorjach. Weźmy prosty przykład: azot przenika do tlenu; opór tlenu hamuje płynięcie azotu, ale gdyby mógł je

całkowicie powstrzymać, nie byłoby wcale zjawiska dyfuzji. Koercja zmniejsza prędkość płynięcia, ale jej doszczętnie nie niszczy; skoro zaś gaz płynie, ma bezwładność, ma impet; ów impet i rozmach może przenieść stan gazu poza cel, ku któremu stan zmierzał; w stosownych warunkach rozpoczyna się *chwiejba*. I ciepło samo przez się ma także (bardzo małą) bezwładność. W gazie przewodzącym ciepło możemy wyobrażać sobie bezwładność ciepła jako zbiorową bezwładność dyssymetrycznie biegnących cząsteczek; w metalu przewodzącym ciepło możemy ją kłaść na karb elektronów, które, czemkolwiek są, muszą być bezwładne. Ale rzecz najważniejsza, abyśmy sam *fakt* jasno spostrzegli i zrozumieli wszystko, co za sobą pociąga. Po tym pierwszym kroku przychodzi kolej na molekularną, elektronową lub inną, wogóle statystyczną, tłumną (multytudynarną) teorję; ona nietylko nasz obraz w szczegółach wykańcza, może nawet poprawia; powiada nam ona, że nasze myśli są nieraz tylko wynikiem antropomorfizmu, podmiotowego ludzkiego złudzenia. Taki wyrok, jeżeli jest słuszny, nie byłby nieoczekiwany i dziwny; taki wyrok zapadnie kiedyś na każdą myśl ludzką. Rzeczywistość jest psychicznem zjawiskiem; nauka będzie kiedyś zjednoczoną analizą jednego, jedynego faktu: poznawania ludzkiego.

VII

Dotychczas mówiliśmy o jednym rodzaju bodźców: o bodźcu wewnętrznym, istotnym; ten jest w prosty sposób związany ze znanym nam już termodynamicznym potencjałem; jest on, przynajmniej w prostszych przypadkach, przestrzennym spadkiem tego potencjału. Ale i zwyczajna siła, o której mówimy w Dynamice, jest bodźcem; ten rodzaj bodźca nazywamy zewnętrznym. Suma lub wypadkowa działających bodźców jest ostatecznym bodźcem i stanowi uogólnienie zwyczajnego pojęcia siły. Gdy naprzykład jakiekolwiek ciało porusza się jako całość, bodziec wewnętrzny znika; powracamy wówczas do zwykłego pojęcia, znanego z Dynamiki. Prędkość zmieniania się przepływu sprowadza się wówczas do iloczynu masy przez przyspieszenie; ponieważ niema w tym przypadku koercyjnego działania, powracamy zatem do dwóch pierwszych praw ruchu Newtona, których uogólnieniem jest twierdzenie wiążące ze sobą przepływ i bodziec. W czystej zatem Dynamice, podobnie również w Hydrodynamice płynów doskonałych, w Teorji ciał stałych doskonale sprężystych, w wielu elektrycznych i optycznych teorjach opuszczamy z uwagi koercję; w Fourierowskich teorjach opuszczamy bezwładność, zaniedbujemy inercję. W materjalnych zjawiskach mamy zazwyczaj zarówno koercję jakoteż i inercję a stosunek ilościowy ich wpływów bywa rozmaity w najszerszych granicach. Istnieje tylko jeden układ, prawdziwie pozbawiony koer-

cji: to próżnia; zjawisko, które odbywa się w próżni, jest zawsze grą nieskiełznanej inercji. Inercja i koercja, takie są osi, około których świat zjawisk się kręci; żadna nie jest mniej ważna, mniej istotna niż druga.

VIII

Zdarza się, iż zjawiska inercyjne wikłają się z koercyjnemi w sposób nadzwyczaj zawiły; próbujemy wówczas wyjaśnić, jak one składają się i łączą ze sobą; w tym celu odwołujemy się do praw zjawisk pierwszych i drugich, rozważanych z osobna.

Ażeby to wytłomaczyć, sięgnijmy znów do Dynamiki. Newton wygłosił prawa ruchu, ale podał je w postaci jeszcze stosunkowo konkretnej, noszącej jeszcze ślad dróg, na których znalezione zostały. Lagrange i inni Newtona następcy rozszerzyli jego naukę, stworzyli Dynamikę uogólnioną lub Lagrange'owską. W Dynamice Newtona rozstrząsamy rzeczywisty ruch punktów, elementów lub brył; t. zw. zmiennemi niezależnemi są w niej zatem rzeczywiste, przestrzenne spółrzędne. Dynamika, którą zawdzięczamy genjuszowi Lagrange'a, uwalnia się z pod tego przymusu. Możemy w niej wybrać zmienne niezależne jak się podoba, byle tylko były dynamicznemi zmiennemi; reguły uogólnionej Dynamiki stosują się przy każdym wyborze. Prawidła te możemy wyrazić w różnej

postaci. Jeżeli dokonaliśmy jakiegobądź wyboru niezależnych zmiennych, mamy wówczas t. zw. równania Lagrange'a; w stosunkowo ogólnych założeniach są to równania zmienności zjawisk w uogólnionej Dynamice. Można powstrzymać się nawet od przypuszczenia, można uniknąć nawet pozoru, jakoby zmienne niezależne zostały wybrane; równania zmienności nie są wówczas dane nam explicite, lecz otrzymujemy metodę tworzenia ich w każdym przypadku. Mamy naprzykład formułę najmniejszego działania lub Zasadę Hamiltona; z takiego źródła wywodzimy bez trudu równania zmienności. Treść owej prawdy, która tkwi w zasadach Newtona, jest tu powierzona rozleglejszym pojęciom.

Wyobraźmy sobie teraz, że wahadło porusza się w płynie lepkim albo że w takim płynie rozchodzi się głos; wyobraźmy sobie gaz, który jednocześnie płynie, rozpręża się i przewodzi ciepło; przypuśćmy, że wzniecono wicher w niejednostajnej mieszaninie interdyfundujących wzajemnie gazów, że kryształ soli rozpuszcza się w burzliwie poruszającej się cieczy, że topi się bryła lodu, którą wstrząsają drgania sprężyste. Usiłujmy wyobrazić sobie, co dzieje się w płomieniu lub jaki jest przebieg fali wybuchowej, szerzącej się w mieszaninie tlenu i wodoru. Podobne zagadnienia leżą daleko poza granicami Dynamiki, nawet

uogólnionej; wykraczają one podobnież poza ramy dzisiejszej Termodynamiki. Zagadnienia te leżą w dzielnicy nauki, którą nazwano Termokinetyką; jest to trudna teorja, która rozwija się bardzo powoli. Ale i ona odsłoniła już pewien nieoczekiwany widok. W Termokinetyce prawdziwe są znowu równania Lagrange'a, tylko uzupełnione; mamy w niej znowu twierdzenie Hamiltona, tylko sformułowane o jeden odcień ogólniej. I co jest zdumiewające: owo uzupełnienie lub uogólnienie, które jest potrzebne, ażeby równania Lagrange'a i zasadę Hamiltona przenieść z Dynamiki do Termokinetyki, jest w gruncie rzeczy tym samym aktem logicznym, który, jak powiedzieliśmy wyżej, główną zasadę Statyki zamienia na fundamentalną prawdę termodynamicznej teorji równowag.

IX

Nauka nasza o świecie jest istotnie wciąż tylko próbą, jest usiłowaniem nauki. Wiemy mało; stoimy widocznie u początku drogi. Ocean zjawisk, jak dla Newtona, i dla nas jest tajemniczy. A jednak już dziś, u progu pojmowania, po każdym kroku naprzód stajemy olśnieni i długo przyzwyczajamy wzrok do dostrzeżonych widoków. Więc czemże jest w całej pełni ta nieskończoność, którą

nazywamy Naturą?

Spływa z niej nieprzeparty majestat. Wobec tego wszecharcydzieła kto mógłby pamiętać o celach drobnych i niskich? Tylko bezstronność, szczerość, usilność, która w pokuszeniu się zapamiętała, tylko ścisła rozwaga i niezachwiana surowość, tylko prawość i szlachetność myślenia do tego są zdolne, tego są godne, [redacted]by czytać w księdze Natury.

Więc nauka, chociaż jest tylko usiłowaniem i próbą, jest potęgą moralną, jest czystą i wielką mistrzynią. Niechaj Kraj nasz o tem zawsze pamięta.

IV. O teorjach materji.

Dlaczego stal jest wytrzymała, kreda zaś jest krucha? Dlaczego z korka nie wyrabia się młotów, z ołowiu nie sporządza się dzwonów? Czemu ciasto ugniatamy w ręku z łatwością a nie możemy ugnieść żelaza? Dlaczego kropla wody nie bywa nigdy sześcianem? Dlaczego w rurce szklanej włoskowatej woda wznosi się, rtęć zaś obniża się? Czemu chlor jest zielonkawy, wodór bezbarwny? Czemu miedź nie jest tak przezroczysta jak szkło? Czemu niebiosa są błękitne? Czem różni się woda gorąca od zimnej? Gdy topi się wosk, gdy alkohol wre, gdy cukier rozpuszcza się w wodzie, gdy rdzewieje żelazo, gdy węgiel się spala, gdy potas lub sód gwałtownie oddziaływa na wodę, co dzieje się wówczas istotnie, co odbywa się pod powierzchnią zewnętrznego pozoru? Jesteśmy otoczeni materją i nie rozumiemy jej zachowania. Powinnibyśmy dziwić się codzień, nieustannie, jak małe dzieci, które w tym względzie są lepszymi od nas filozofami. Stoimy przed bezmiernym korowodem zagadnień; stoi wobec nich nauka ludzka, niekiedy zwycięska, często bezradna, po wielu bezowocnych próbach pozornie ślepa, pozornie obojętna.

V. O ciężarach materji.

Dlaczego tak jest [illegible] [illegible]

[illegible]

I

Rozmaitemi sposobami możemy rozdrabniać ciała na części coraz mniejsze i mniejsze. Żelazo możemy piłować na drobne opiłki, platynę i srebro wyciągać w zaledwie dostrzegalne niteczki, złoto rozwalcowywać na płatki ~~[illegible]~~ niezmiernie cieniutkie, które przepuszczają światło przepysznie zielone. Sól albo cukier możemy utłuc i rozetrzeć na proszek, mąkę zemleć na pył bardzo subtelny. Na szkle djamentem umiemy nacinać równoległe linje tak blisko, że dopiero dobry mikroskop pozwala je od siebie rozróżnić. Jeszcze skuteczniej możemy dzielić ciała innemi, pośredniemi drogami. W niektórych reakcjach chemicznych krzemionka albo magnezja strąca się w postaci proszku tak bardzo miałkiego, że mogą po nich, podobnie jak po cieczach, rozbiegać się fale. Gdy cukier rozpuszcza się w wodzie, muszą odrywać się odeń cząstki maleńkie, które są jeszcze cukrem, skoro udzielają roztworowi słodyczy. Barwę niektórych barwników, np. rozaniliny, rozróżniamy wzrokiem w roztworze, w którym na litr wody przypada stotysięczna część grama barwnika. Najmniejszy okruch soli kuchennej wystarcza, ażeby ostrą, pomarańczowo żółtą barwę przez wiele godzin nadawać płomieniowi palnika Bunsena. Maleńka odrobina piżma na-

pełnia zapachem powietrze pokoju przez przeciąg czasu wielu tygodni. Maleńka kropelka nadzwyczaj rozcieńczonego roztworu fluoresceiny fluoryzuje bardzo wyraźnie. Promień kropelek wody w mgle albo chmurze nie dochodzi zazwyczaj do jednej dziesięciotysięcznej części centymetra; błonki i bańki mydlane miewają nieraz grubość mniejszą niż miljonowa część centymetra; jeszcze cieńsze bywają warstewki oliwy, rozpościerające się po powierzchni wody. W kolloidalnych roztworach złota zawieszone są cząstki tego metalu, których średnica wynosi około dziesięciomiljonowej części centymetra; przyrządzane przez Faraday'a blaszki złote miewały około dziesięciu takich cząstek w kierunku grubości. Zapomocą niewidzialnych cząstek działa Natura, powiada Lukrecjusz, który przypomina nam słusznie, iż złoty pierścień, długo noszony na palcu, staje się cieńszy, choć nikt nigdy nie dostrzegł odrywających się odeń cząsteczek.

Materja może zatem rozdrabniać się aż do znikomych dla zmysłów rozmiarów; w stanie takiego podziału jest skłonna do samowolnego rozpraszania się, jak to widzimy w zjawiskach dyfuzji. Wiemy, że sól albo cukier dyfunduje przez wodę, że tlen dyfunduje przez azot i azot przez tlen; wiemy nawet, od czasu prac Robertsa Austena, że srebro, platyna i złoto mogą dyfuzyjnie przenikać przez cynę, przez ołów i bizmut. Jak zatem roztwór cukru w wodzie składa się z odrobin cukru, przy-

wających w ciekłym ośrodku, podobnie wszystkie, napozór ciągłe i jednolite ciała muszą być utworzone z maleńkich okruszyn, z cząsteczek czyli molekuł, z atomów, które otoczone są próżnią.

Mamy przed sobą gaz, który napozór znajduje się w zupełnym spoczynku; musimy wyobrażać sobie, że jego cząsteczki biegną przez próżnię we wszystkich możliwych kierunkach. Jeżeli, istotnie, wodór może dyfundować przez tlen lub przez azot, czy podobna przypuścić, ażeby wodór nie dyfundował przez wodór? ~~[illegible]~~ Winniśmy uznać, że w łonie każdego chemicznie jednorodnego gazu odbywać się musi nieprzerwana wewnętrzna dyfuzja, chociaż nie mamy sposobu, ażeby się o niej doświadczalnie przekonać. Lecz skoro zgodziliśmy się na takie założenie, już tem samem orzekliśmy, że cząsteczki gazów znajdują się zawsze w ruchu bezładnym, który jest właśnie istotą zjawiska dyfuzji.

Przykłady jeszcze dalszego, o wiele jeszcze radykalniejszego dzielenia się materji mamy w niezliczonych, różnorodnych, zawiłych zjawiskach łączenia, rozpadania i podstawiania się ciał, w owem ogromnem, jeszcze mało opanowanem paśmie wydarzeń, którem zajmuje się Chemja. W tych zjawiskach materja przeistacza się nieraz, przynajmniej nazewnątrz, całkowicie, zupełnie; ~~[illegible]~~ musimy za tem

przypuszczać, że rozpada, że rozsypuje się w nich bardzo często struktura molekularnego budynku, że zamiast zburzonych lub rozprzęgłych cząsteczek pojawiają się nowe, odmienne układy atomów.

Przez całe stulecie na chemicznym atomie zatrzymywała się przenikliwość wzroku nauki. Wiemy dziś, że cząstki, stanowiące istotę (oddawna znanych) katodowych promieni, nie są zwykłemi chemicznemi atomami; są to elektrony, znikomo drobne ujemne elektryczne ładunki, obdarzone bardzo małemi (od najmniejszych atomowych mniejszemi) pozornemi masami. Obecność i wpływ elektronów poznaliśmy dziś w mnóstwie zjawisk fizycznych, w rozmaitych oddziałach nauki.

Zjawiska chemiczne są znane ludzkości od pierwszego zarania jej dziejów; lecz od miesiąca lutego 1896-go roku, dzięki odkryciu Henryka Becquerela, stoimy przed nowym rozdziałem rzeczywistości. Promieniotwórcze zjawiska, jak wiemy dzisiaj, zasługują na nazwę ultrachemicznych, albowiem nierównie jeszcze dalej, aniżeli przemiany chemiczne, sięgają w treść i w istotę materji

II

Podpadające pod nasze zmysły ciała materjalne są to zatem naogół tłumy, są to nieprzeliczone zastępy indywiduów, są to

zbiegowiska cząsteczek, atomów, elektronów lub jeszcze drobniejszych substancjalnych ułamków; zjawiska, które dostrzegamy w materji, są to ~~tłczne~~, (zbiorowe) gromadne objawy, są to sploty i roje osobnych przebiegów, są to wiry tętniące nieprzejrzanem stłoczeniem.

Na takie tłumy znikomych punkcików, na takie odmęty elementarnych ~~[illegible]~~ procesów spoglądamy dziś w Fizyce zwykle ze statystycznego punktu widzenia. Zaczynamy od założenia, że różnorodność i mnogość czynników pierwotnych, składających się na zjawisko fizyczne, jest nie do objęcia; wyrzekamy się zatem poznania tych elementów w ich szczegółach, w ich niedostępnych drobiazgach; nie zapytujemy nawet, czy one są indywidualnie ~~[illegible]~~ dane przez prawa niezłomne; kapryśne, dowolne czy też konieczne ale nam nazawsze nieznane, są nam obojętne. Z tego założenia wynika, że żadnego ostatecznego, żadnego zbiorowego objawu nie mamy prawa poczytywać za niemożliwy; wolno nam zapytywać tylko o to, jak dalece jest prawdopodobny. Ale ~~[illegible]~~ różne wypadkowe skutki ~~[illegible]~~ molekularnych (wydarzeń) są niejednakowo, są niesłychanie rozmaicie prawdopodobne; jedne są bajeczną liczbę razy prawdopodobniejsze niż inne. Weźmy prosty przykład. Wyobraźmy sobie naczynie w kształcie wałka i podzielmy je w myśli idealną płaszczyzną na dwie części: dolną A i górną B. Przypuśćmy,

że naczynie jest wypełnione np. wodorem. Wiemy z doświadczenia, że cząsteczki wodoru znajdują się wówczas w obu częściach naczynia, zarówno w A jak w B; nie zdarza się, azeby wszystkie cząsteczki, choćby przez chwilę, skupiły się w A, część zaś B pozostawiły pustą. Czy takie wydarzenie jest niemożliwe? Ze stanowiska statystycznego możemy tylko powiedzieć, że jest niezmiernie mało prawdopodobne. Wyobraźmy sobie, że płaszczyzna, o której mówiliśmy, jest prawdziwą ścianą czyli materjalną przegrodą. Przypuśćmy, że w części A znajduje się wodór, że w części B mamy próżnię. Jeżeli nagle usuniemy lub unicestwimy przegrodę, wówczas, w samej chwili jej zniknięcia, tłum cząsteczek znajduje się we wspomnianym, nadzwyczaj nieprawdopodobnym stanie, mianowicie: wszystkie cząsteczki wodoru znajdują się w A, w części B niema ich wcale. Wiemy z doświadczenia, że gaz nie pozostaje w tym stanie, że z niego wychodzi, że odeń ucieka; wiemy, że gaz przerzuca się ku stanom prawdopodobniejszym; że, wygładzając nieprawdopobieństwo pierwotnego stanu, sprawia nowe, lecz mniej jaskrawe nieprawdopodobieństwo stanu nowego. Mamy więc wahania gęstości w gazie, lecz tłumione, więc (aż do granicy molekularnych fluktuacyj) coraz słabsze. Czysto statystyczna teorja nie zajmuje się pytaniem, jakim sposobem tłum cząsteczek przechodzi z pewnego

danego stanu do innego stanu i nie umie wskazać praw tego przejścia; w czysto statystycznej teorji nie posługujemy się pojęciem czasu i zapominamy o jego płynięciu, różne stany gazu istnieją w niej odosobnione i nie łączą się wcale ze sobą. Statystyczny rachunek daje nam tylko prawdopodobieństwa rozmaitych możliwych stanów danego układu cząsteczek. Przekonywamy się, naprzykład, łatwo, że jednostajny rozkład cząsteczek w przestrzeni jest nieporównanie prawdopodobniejszy i zdarza się o wiele, wiele częściej aniżeli rozkłady inne, zwłaszcza takie, które jaskrawie odskakują od jednostajności. Obserwujmy pewną ilość wodoru, znajdującą się w zamkniętem naczyniu, napozór w równowadze cieplnej i mechanicznej; gęstość gazu, badana jakąkolwiekbądź doświadczalną metodą, wypada w każdem miejscu jednakowa. Według molekularnej teorji, taka jednostajność gęstości jest prostem złudzeniem. Każdy maleńki sześcian, wycięty w myśli wewnątrz naczynia, zawiera co chwila inną liczbę cząsteczek, zwykle odmienną aniżeli przyległe sześciany; innemi słowy, gęstość gazu nie jest stała ani w przestrzeni ani w czasie, gęstość faluje, chociaż zakres tej chwiejby bywa najczęściej całkiem znikomy. Stan wyjątkowy, dziwaczny, stan bardzo nieprawdopodobny (naprzykład powyższy, w którym

część A byłaby pełna, część B byłaby pusta) może wprawdzie bezwątpienia wydarzyć się, kto wie, może za minutę lub za godzinę; ale według ścisłych reguł prawdopodobieństwa wolno tylko tyle powiedzieć: chcąc mieć poważną rękojmię doczekania się wyjątkowego takiego stanu, należałoby gaz obserwować przez niewysłowioną liczbę stuleci. Gdyby zresztą, ziścił się podobny stan nadzwyczajny, (dzięki wyjątkowemu zbiegowi okoliczności,) trwałby tak krótko, mignąłby tak błyskawicznie, że uszedłby całkowicie naszej uwadze; wszakże ludzkie dostrzeżenia wymagają naogół okresów czasu, które w stosunku do gorączki świata molekuł są fantastycznie długie/mi/, są niezmierzonemi ~~trwania~~ pasmami.

W roztrząsaniu nieodwracalności zjawisk fizycznych oraz możności mechanicznego jej wytłomaczenia, Maxwell, Boltzmann i rozmaici inni uczeni zasadzali się długo na rozumowaniu, którego treść ogólnikowo tu przedstawiliśmy; Marjan Smoluchowski, w roku 1904, dostrzegł w niem wskazówkę istnienia nowej dziedziny faktów: mikroskopowych fluktuacyj wartości makroskopowych wielkości, jak np. gęstość gazu, ciśnienie, temperatura, jak stężenie roztworu, promieniowanie źródła światła it.d. Doświadczenie wkrótce potwierdziło bystrość rozumowania nieodżałowanego polskiego badacza. Towarzysząca sta-

nom pozornej równowagi chwiejba molekularna jest dzisiaj trwałym nabytkiem nauki; przenikliwości Smoluchowskiego zawdzięczamy tę zdobycz.

Świetne to powodzenie molekularnej teorji nie przeszkodzi nam w zachowaniu niejakiej nieufności względem pewnych wniosków, które z niej niekiedy wyprowadzano. Jak każda dedukcyjna metoda myślenia, Rachunek Prawdopodobieństwa w wynikach wywodu zwraca nam oczywiście własne nasze, za podstawę przyjęte założenia, wskazując jasno i twardo, do jakich następstw one prowadzą. Gdy zatem czytamy w formułach naszego rachunku, że naprzykład pewne stany tłumu cząsteczek są prawdopodobne, inne zaś mało prawdopodobne, wniosek ten wypada poprostu z wziętego za punkt wyjścia określenia prawdopodobieństwa, które, jak oddawna wiadomo, jest do pewnego stopnia dowolne. Badając zmienność gęstości materji w przestrzeni i w czasie, wychodzimy właśnie z określenia, które w znacznym zakresie doświadczenia doprowadza do wniosków prawdziwych. Nie wiemy jednak, czy to określenie jest bezwzględnie dokładne i nie powinniśmy ufać mu bezwarunkowo. Wyobraźmy sobie na chwilę, że, zapominając o siłach chemicznych,

zastosowaliśmy te same założenia do badania rozkładu w przestrzeni atomów wodoru $\underline{H}$ i tlenu $\underline{O}$; bylibyśmy doszli do wniosków mylnych w znacznym zakresie temperatur i ciśnień, w tym mianowicie, w którym mogą czy muszą istnieć molekuły $\underline{H}^2\underline{O}$. Pragnąc więc pozostać w zgodzie z faktami, musielibyśmy zupełnie przeistoczyć założenia, na których tu zasadzalibyśmy rachunek. Zupełnie podobnie, gdyby hypotezy przyjęte w teorji pospolitych molekularnych fluktuacyj były tylko lekko nieścisłe, nie miałoby to może doniosłego wpływu na wnioski, pozostające w zakresie zwykłego dostrzegania; lecz skrajne extrapolacje, wybiegające poza ten zakres nadzwyczaj daleko, zapadłyby się wówczas w nicość zupełną.

III

Newton stworzył Mechanikę Niebios; za jego przykładem największe umysły usiłowały, przez półtora wieku, zbudować dynamikę atomów albo molekuł, Mechanikę Materji. Przez półtora wieku myśl ludzka dostrzegała nieustanną grę sił w materjalnym wszechświecie. W próżni, w pustej geometrycznej przestrzeni, widziano bierne, bezwładne, ociężałe atomy; przez próżnię przeskakiwały siły, ożywiając te martwe punkty materji. Siły wikłały i krzyżowały się z sobą, rosły naprzemian i słabły, padły ku

sobie atomy lub rozpędzały ich zbiory, niekiedy zaś utrzymywały je w zawiłej i misternej równowadze. One przecież sprawiały ciężkość przedmiotów na ziemi, one pociągały fale mórz i oceanów; one, nadawszy kiedyś słońcu, planetom, księżycom kształt ich dzisiejszy, wiodły je odtąd w przestworzu niebieskiem. Więc one były przyczyną, że ciała chemicznie się łączą, że światło załamuje się, że magnes przyciąga. One zdradzały się w spójności żelaza, w sprężystości stali, w prężności pary wodnej, we wznoszeniu się wody do rurki włoskowatej; one tłomaczyły ciśnienie powietrza, lepkość oliwy, krystaliczną postać ałunu lub soli kuchennej; tajemniczym tym, prymordjalnym tym siłom fluida elektryczne, nieważki cieplik lub eter powszechny zawdzięczały swoje własności.

Przez półtora stulecia, w XVIII-ym i w znacznej części XIX-go wieku, dostrzegano sploty sił w świecie otaczających nas zjawisk. Dziś język Laplace'ów, Navierów, Poissonów, Ampère'ów wydaje nam się archaiczny; ich punkty geometryczne, ich siły centralne wydają nam się fikcyjne i mdłe, słabe i sztuczne. Lecz co przyszłość orzeknie o naszych tensorach i o czasoprzestrzeni? nie jest-że tylko obrazem elektron lub quanto-

śkie atomy lub rozpędzały ich, których nigdy nie wstrzymywały je
w ziemi i materyi równocześnie. One pewnie trzęsły ciężkie
przedmiotów na ziemi, nie poruszały fale morza i oceanów; nie
nadawały każdej gwieździe i planetom, krążącym naokół ich, dziwny
ruch, w którym je stają w przestrzeni niebieskiej. Więc nie tylko
przeczuwano, że ciała elektryzowane się łączą, że jedno z nich zatrzymuje
się, że magnes przyciąga. One dowodziły się w dziejach zie-
mi, w błyskawicy, w przemianie pary wodnej, we wznosze-
niu się wody do wyżyn wstrzymywały; one tłomaczyły cudowne
zjawiska, lepiej strony krystalizacyi, pracę atomu ich
siły elektrycznej; i ogromnie z tym, przypisując tym ciałom
fluida elektryczne, niewiele wiedząc lub ich prawdziwy za-
wdzięczały swoje istnienie.

Przez półtora stulecia, w XVIII-ym i w znacznej części
XIX-go wieku, fantazyjne fluidy żyły w sercu otaczających
nas zjawisk. Dziś prace Laplace'ów, Faradayów, Poissonów,
Ampère'ów wydają nam się archaiczne; ich pomysły geome-
tryczne, ich siły centralne wydają nam się fikcyjne i mało, lub
i zatarte. Lecz co przyszłość mówi o naszych teoryach i o
korpuskularnej? nie jest-że tylko obrazem elektronu lub quanta-

wane w atomie elipsy?

Według francuskiej teorji sprężystości, stworzonej przez Naviera, Poissona, Cauchy'ego, Barré de St Venanta i innych uczonych w pierwszej połowie XIX-go stulecia, najmniejsze cząstki ciał stałych sprężystych, rozsiane w przestrzeni, znajdują się w spoczynku; pomiędzy temi cząstkami czynne są siły centralne; tak nazywamy siły, przypadające w kierunkach linij prostych, które łączą cząstki ze sobą, jeżeli natężenie tych sił zależy jedynie od wspomnianych wzajemnych odległości cząstek działających na siebie. Czy taka prosta, molekularna i zarazem statyczna teorja budowy ciał stałych sprężystych może być prawdziwa? ażeby o tem rozstrzygnąć, porównywamy z doświadczeniem wyniki, do których ona prowadzi. Wiadomo, że ciało stałe sprężyste może być odkształcane w rozmaity sposób: może naprzykład być uciskane, zgniatane, gięte, skręcane, wyciągane i t. d. Pod wpływem różnych sposobów odkształcania, w tem samem ciele objawiają się rozmaite odmiany sprężystości; matematycznym wyrazem tych różnych odmian są t. zw. moduły lub stałe ciała sprężystego. W pamiętnej rozprawie, ogłoszonej w r. 1839-ym, Green, powołując się na zasady dziś zwane

termodynamicznemi, udowodnił, że ciało sprężyste, w najogólniejszym nawet przypadku, nie może mieć więcej niż 21 (niezależnych) stałych sprężystych; może jednak mieć mniej stałych, co zależy od jego ustroju. Ciało izotropowe, które we wszystkich kierunkach zachowuje się jednakowo, posiada (według twierdzenia Greena,) dwie stałe sprężyste niezależne. Według molekularno-statycznej teorji elastyków francuskich, liczby stałych, przewidywane przez twierdzenie Greena, są zbyt wysokie; według tej teorji, ciało sprężyste w najogólniejszym przypadku może posiadać najwyżej 15 niezależnych modułów, ciało zaś izotropowe ma tylko jednę stałą fundamentalną. Gdy naprzykład wyciągamy drut albo pręt, wyrobiony z ciała izotropowego, stosunek poprzecznego jednostkowego skurczenia do podłużnego jednostkowego wydłużenia, podług Poissona, powinien zawsze wynosić 1 : 4. Za Greenem poszli Stokes, Kelvin, Tait i cała naogół szkoła angielska; ich termodynamiczną lub energetyczną teorję, unikającą molekularnych specjalnych założeń, Pearson nazwał the multi-constant theory, w przeciwieństwie do francuskiej rari-constant theory, zbudowanej całkowicie na ~~[illegible]~~ (molekularnych) przypuszczeniach. Doświadczenie nie potwierdza wyników, których wymagałaby rari-constant theory; stosunek Poissona różni się naprzykład niekiedy dość znacznie od wartości 0·25, której ona w razie ciał izotropowych oczeki-

termodynamicznemi, udowodnił, że ciało sprężyste, w najogól- niejszym nawet przypadku, nie może mieć więcej niż 21 sta- łych sprężystych, może jednak mieć mniej stałych, co zależy od jego natury. Ciało izotropowe, które we wszystkich kierunkach zachowuje się jednakowo, posiada tylko dwie stałe sprężyste niezależne. Według twierdzenia Greena, według molekularno-hipotetycznej teorji elastyczności francuskiej, tylko jedną stałą, przewidywanie przez twierdze- nie Greena, [illegible], według tej teorji, ciało sprężyste w najogólniejszym przypadku może posiadać najwyżej 15 nieza- leżnych modułów, ciało zaś izotropowe ma tylko jeden stały [illegible]. [illegible] wspomniany spór, [illegible] z ciała izotropowego, stosunek poprzecznego jednostko- wego skurczenia do podłużnego jednostkowego wydłużenia, po- winien Poissona, powinien zawsze wynosić 1:4. Za Greenem poszli Stokes, Kelvin, Tait i cała niemal szkoła angielska, ich termodynamicznej lub energetycznej teorji, [illegible] [illegible], Pearson nazwał tę naukę rariconstant theory, w przeciwieństwie do francuskiej rari-constant theory; [illegible] [illegible] [illegible] nie potwierdza wyników, których wymagałaby rari-constant theory; stosunek Poissona [illegible] jest znacz- nie od wartości 0.25, [illegible]

wać nam każe; ale w podobnych przypadkach pewien wybieg pozostawać zawsze otwarty: ciała natury nie są zapewne ani jednolite ani ściśle izotropowe. Kierując się tą uwagą, Voigt wybrał za przedmiot badania kryształy, których rodzaj anizotropji wynika z ich krystalograficznej postaci; w szeregu prac mozolnych Voigt udowodnił, że sprężyste własności kryształów naogół nie są zgodne z oczekiwaniami teorji, ograniczonej do najmniejszej liczby stałych sprężystych. W rari-constant theory mamy zatem obraz zbyt prosty budowy ciał stałych sprężystych; lecz poświęcona jej praca nie była bezpłodna i jej ostateczny upadek jest pouczający. Molekularną statyczną teorję możemy poprawić, rozszerzając jej założenia i staje się ona wówczas zdolna do życia; jesteśmy nieustannie świadkami usiłowań podobnych.

IV

Wraz z teorjami, które nazwaliśmy statycznemi, weszliśmy na teren nauki Mechaniki; odtąd nasze teorje materji są nietylko molekularnemi, lecz i mechanistycznemi teorjami zarazem. Jest to okoliczność ważna, do której jeszcze powrócimy.

Wyobraźmy sobie, że poruszamy cząsteczki; niechaj one biegną swobodnie w obrębie przestrzeni, który im przysługuje. Przypusz-

czano oddawna, że taki jest ustrój molekularny materji w jej gazowym stanie skupienia; Hooke w XVII-em stuleciu, Daniel Bernoulli w XVIII-em, Herapath na początku XIX-go kładli pierwsze zarysy nauki, która, wykształcona wszechstronnie przez Clausiusa, Clerk-Maxwella, Boltzmanna i innych badaczy w drugiej połowie XIX-go wieku, nazywa się dzisiaj Kinetyczną Teorją gazowego stanu materji. U progu takiej teorji nasuwa nam się wielkiej wagi pytanie. Według praw Mechaniki, ruch materjalnych ciał, dużych czy małych, odbywa się pod wpływem sił. Czy zatem znamy dokładnie prawa działania sił cząsteczkowych? Gdybyśmy próbowali odgadnąć postać tych praw, spotkalibyśmy się z wielkiemi trudnościami, jak to widzieliśmy przed chwilą na jednym szczególnym przykładzie. Próbowano pójść inną drogą; wybierano za punkt wyjścia wywodów pewne założenia ogólne, w których wyrażają się przynajmniej niektóre istotne cechy sił molekularnych. Według jednego z takich założeń, materja zachowuje się poniekąd bezwładnie wobec działania czynników zewnętrznych; zakłócenia, wytwarzane przez takie bodźce, dodają się, bez zmian i opóźnień, do istniejących zakłóceń; co więcej, zakłócenia te trwają, nie giną,

przechowują się według zasad bezwładności czyli inercji. Ale na przebieg wydarzeń w łonie materji wpływa, prócz bezwładności, inna wrodzona jej dążność, skierowana naogół do osłabienia zakłóceń, do złuźnienia ich skutków. Ta dążność jest niewyczerpana; gdy wytwarzamy nowe zakłócenie, rozpoczyna się natychmiast cierpliwa robota, która prowadziłaby do uspokojenia, do równowagi, gdyby sama jedna mogła działać swobodnie. Im dalej od celu, tem dążność koercji jest usilniejsza, tem znaczniejsza jej praca; im bliżej do niego, tem bardziej słabnie koercja, jak gdyby towarzyszyła jej troska, ażeby nie przeholować, rozpłynąć się w skutkach i zginąć u kresu. Ale koercja nie sama jedna jest czynna; obok niej działa bezwzględna bezwładność, inercja, która, obojętna na wynik, trwale popędza tłum molekularny; inercja jest przyczyną, że, pomimo koercji, z każdego zamętu wytwarza się niejaki zamęt przeciwny, że stany molekularnych zbiegowisk wahają się wiecznie, nie dochodząc nigdy ściśle do ładu.

Zasadzając się na podobnych założeniach ogólnych, możemy roztrząsać ruch cząsteczek w gazach lub płynach, możemy zdać sprawę z wielu ważnych dynamicznych i cieplnych własności gazów i płynów, ze zjawisk ciśnienia, równowagi i ruchu, z tarcia wewnętrznego czyli zjawiska lepkości, z dyfuzji czyli samowolnego przenikania mas, z

przechowuje się według zasad energji (bezwładności cząstek), ale na pewnej wyso-
kości w łonie materji wszystkiej, przez bezwładność, która [illegible]-
dzona się dążność, skierowana zawsze do odłożenia zasilenia,
do zużywania ich zasobów. Ta dążność jest niewyczerpana i
gdy wyczerpanymi zostały zasilenia, rozpoczyna się nadążanie
energji na [illegible], która prowadzi [illegible] do [illegible], do [illegible],
gdy (samo jedno miejsce) dostać zasobów. [illegible] od [illegible]
dążność energji jest [illegible], tem [illegible] się [illegible], [illegible]
[illegible] do niego, tem [illegible] [illegible] energja, jak gdyby [illegible]
[illegible] się [illegible], aby nie [illegible], rozpływa się w [illegible]
i [illegible] w [illegible]. Ale energja nie sama jedna jest [illegible];
[illegible] [illegible] [illegible] (bezwładności) energja, która, [illegible] na [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible], energja jest [illegible] z
[illegible] energji, z każdego [illegible] [illegible] się [illegible] na
[illegible] [illegible], że [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] się
[illegible], nie dochodząc (nigdy) [illegible] do końca.

Zaznaczając się na podstawie zależności ogólnych, możemy roz-
różnić nich cząstek w [illegible] ich [illegible], możemy [illegible] [illegible]
z [illegible] [illegible] [illegible] i [illegible] [illegible] [illegible] i [illegible],
[illegible] [illegible] [illegible], [illegible] i [illegible], z [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible], z [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], z

przewodnictwa cieplnego czyli przenikania energji. Na tych przykładach widzimy wówczas szczegóły przebiegu i niejako wewnętrzny mechanizm wydarzeń, których tylko skutki ogólne poznajemy w Termodynamice lub w teorjach molekularnych statystycznych usiłujemy sumarycznie wyrazić.

Stanowisko, o którem w tej chwili tu mowa, nazywamy kinematycznem; stojąc na niem, pragniemy poznać tylko ogólnikowy zarys stanu i ruchu mrowiska cząsteczek, lecz nie usiłujemy przeniknąć elementarnych praw tego ruchu, nie próbujemy uzasadnić dedukcyjnie założeń, które czynimy, czyli, jak pospolicie się mówi, nie staramy się tych założeń objaśnić. Mamy częste przykłady podobnego postępowania w różnych gałęziach Nauki. Geometrja nie zajmuje się (lub nie zajmowała się do niedawna) roztrząsaniem pytania o właściwej istocie, o pochodzeniu pojęcia przestrzeni. Mechanika nie bada, skąd powstają abstrakcje czasu, ruchu, masy, siły, czem jest sprężystość lub działanie muskularne. Newton nie wytłomaczył bezwładności ani natury działań i przeciwdziałań; grawitacji nie odwrócił, niejako, podszewką do góry; wskazał tylko powszechną i prawidłową obecność w Naturze tych faktów i kazał nam przyzwyczaić się do nich. Termodynamika przyjmuje gotowe pojęcia pracy, ciepła, energji, masy, do pewnego nawet sto-

pnia temperatury; pewien kierunek w Optyce rozkłada świetne zjawiska na przemiany kierunkowe najprostsze, któremi posługuje się jako narzędziem, nie troszcząc się o ich właściwą istotę; ta sama w gruncie rzeczy myśl bogata i wielka leży na dnie Maxwella nauki o elektromagnetycznych zjawiskach, jednego z najpiękniejszych tryumfów ducha ludzkiego w XIX-em stuleciu. I spółczesne nam ~~nauka~~ badanie nie postępuje inaczej. Konstatujemy naprzykład pewne fakty w t. zw. Teorji Quantów; musimy je stwierdzać i nie możemy w tej chwili posunąć się dalej; rzeczywistość narzuca tu zasady i założenia, które umysł ludzki przyjmuje pod przymusem i niejako niechętnie.

Jak inne podobne teorje, Kinematyka Molekularna jest piękną nauką, której uprawa może dać wiele zadowolenia. Ale granice jej zdolności ~~do~~ ~~wyjaśnienia~~ są łatwo widoczne. Ogrom własności i zjawisk, które okazuje materja, nie ma wogóle kresu; co zrozumieliśmy w Atomistyce kinematycznie, jest drobną wysepką na morzu bezbrzeżnem. Nie mogąc poprzestać na kinematycznej molekularnej teorji, pragniemy oddawna w nauce dopełnić ją teorją dynamiczną. Wszakże uczył już Laplace, że ~~#~~ droga, którą cząsteczka powietrza lub pary zata-

cza, jest równie oznaczona jak orbita planety; niema innej pomiędzy niemi różnicy nad tę, która z niedostateczności naszej wiedzy wynika. Ażeby jednak wyznaczyć drogę cząsteczki, potrzeba, według zasad Dynamiki, znać prawo sił, wywieranych na cząsteczkę; dlatego od kilkuset lat powtarzają się nieustanne próby odgadnięcia pełnych i ścisłych praw wzajemnego działania molekuł, atomów, elektronów lub jeszcze mniejszych jąderek materji, próby racjonalnego, dedukcyjnego wybudowania, od podstaw, gmachu molekularnej dynamiki. Jak już wspominaliśmy, usiłowano długo oprzeć budowę, za przykładem dynamiki niebios, na pojęciu sił, przedewszystkiem centralnych; przez chwilę o tem myślano, czy bezbrzezna przestrzeń nie jest może zajęta przez ocean płynu doskonałego, którego (ruchem wirowym dotknięte) dziedziny wydawałyby się nam odrębnemi, odosobnionemi cząstkami materji. Zapełniano później świat elektrycznemi i elektromagnetycznemi polami, które (według pewnej odmiany tej teorji) skupiają się w szczególnych, maleńkich zakresach, zwanych elektronami. Jesteśmy dziś świadkami prób jeszcze dalszych i śmielszych, hypotez napozór jeszcze mniej zrozumiałych, do których niżej jeszcze wrócimy w tym szkicu.

W końcu XIX-go stulecia zapanowało w Atomistyce niejakie

cza, jest równie oznaczona jak [illegible]; nazwa owej [illegible] niema różnicy nad tą, która z [illegible] naszej wiedzy wynika. Którzy jednak wyznaczyć drogę cząstecz-ki, potrzeba, według zasad Dynamiki, znać prawa sił, wywiera-nych na cząsteczkę, i dlatego od kilkunastu lat przystępuje się na-ukowo do próby odgadnięcia [illegible] i ścisłych praw wza-jemnego działania materji, atomów, elektronów lub innych pomniejszych cząstek materji, próby zupełnego, dokładnego wytłumaczenia, od podstaw, gmachu mechanicznej dynamiki. Jest już [illegible], [illegible] [illegible] czasu, że przy każdym dynamiki [illegible], na [illegible] teraz, przedewszystkiem [illegible] i przez chwilę o tem myślano, czy bezbrzeżna przestrzeń nie jest może zajęta przez ocean płynu doskonałego [wt.5], którego ([illegible] [illegible] doskonałe) drobniejsze wydawałyby się nam od-rębnemi, odosobnionemi cząstkami materji. Zapełnianie jed-nej wad elektrycznemi i elektromagnetycznemi polami, które (według pewnej formy tej teorji) skupiają się w drobniutkich, na [illegible] zakresach, zwanych elektronami, [illegible] [illegible] [illegible] przed jeszcze dalszych i [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], do których [illegible] [illegible] [illegible] w tym zakresie.

W końcu XIX-go stulecia zapanowało w [illegible] [illegible]

zniechęcenie i pojawili się myśliciele, którzy zaprzeczyli jej użyteczności. Rozstrzygając modły poznawania ludzkiego, Ernest Mach, Ostwald i inni filozofowie uznali Atomistykę za prostą zabawkę umysłu, której, jak wydawało się wówczas, błahą naiwność obnażyli wybornie. I gdy Atomistyka była podana we wzgardę, stało się, czego najmniej można się było spodziewać: oniemal ośmieszona doktryna strzeliła płomieniem i nowem światłem zalała nowe obszary nauki. Nie obroniwszy się od ani jednego metodologicznego i krytycznego zarzutu, opanowała myśl pokolenia i od lat niemal trzydziestu prowadzi je do nieoczekiwanych, zdumiewających zdobyczy.

Czy niedawne wydarzenie w dziejach nauki, które tu opowiedzieliśmy, nie zasługuje na baczną uwagę każdego umysłu? Wspaniałe duchowe zjawisko, które nazywamy rozwojem nauki, jest dziwnie kapryśne i dla nas samych niezrozumiałe. Hypotezy nie odgadują prawdy, lecz pomagają badaniu; prawdziwość domniemań jest obojętna, istotna jest tylko ich płodność. Nauka nie jest produktem ludzkich postanowień, zamiarów lub życzeń; rozwój nauki pozornie tylko wiąże się z chwilowo panującym poglądem lub prądem; rozwój nauki ma raczej cechy zjawiska naturalnego, rządzi się prawem własnej, wewnętrznej

konieczności chwilowej. Istota tych praw nie jest jeszcze znana; bieg rozwoju umiejętności ludzkich nie jest przez nikogo jeszcze rozumiany. Niechaj filozofowie będą obserwatorami; krytycy poznawania niech nam ów bieg wytłómaczą, objaśnią, niechaj jego prawa odkryją; lecz niech nie usiłują przepisywać mu drogi, niechaj nie sądzą, że człowiek jest prawodawcą nauki.

V

Mawiamy pospolicie, że powietrze jest izolatorem elektrycznym. Już w r. 1785-ym domyślał się Coulomb, o czem dziś upewnieni jesteśmy: że powyższe twierdzenie jest tylko przybliżenie prawdziwe. Powietrze i inne gazy, czyste, suche, pozbawione pyłu i kurzu, przewodzą elektryczność, jakkolwiek w stopniu bardzo nieznacznym. To przewodnictwo nazwijmy normalnem.

Rozmaitemi sposobami można nadać każdemu (o ile wiadomo) gazowi przewodnictwo, nieporównanie znaczniejsze od wspomnianego normalnego elektrycznego przewodnictwa. Skoro to jest dokonane, mówimy, że gaz jest zjonizowany; stan nienormalnie wysokiego przewodnictwa nazywamy jonizacyą. Gazy

ionizują się naprzykład pod wpływem promieni Röntgena; ionizują się również, gdy są poddane działaniu promieni γ lub (mylnie tak zwanych) promieni α i β, wysyłanych przez ciała promieniotwórcze. Ultrafioletowe promieniowanie, tak zwane promienie katodowe i inne pokrewne promienie energicznie ionizują gazy, przez które biegnąc, same szybko nikną i giną. Znajdując się w zetknięciu z rozżarzonym odłamkiem węgla, z rozżarzoną metalową blaszką, gazy ionizują się. Z sąsiedztwa płomienia lub łuku elektrycznego można wydobywać gazy, które okazują się zionizowane. Lista sposobów ionizowania ciał gazowych jest długa; nie będziemy jej wyczerpywali.

Gdy ionizujący czynnik przestaje działać, gaz zachowywa wzmożone przewodnictwo, jednakże nie stale, lecz w stopniu coraz słabszym i słabszym; z biegiem czasu przewodnictwo maleje, aż w końcu znika zupełnie. Jeżeli gaz zionizowany poddamy, nie zwlekając, działaniu pola elektrycznego, możemy zeń wydobyć, podobnie jak z elektrolitu, pewne ilości dodatniej i ujemnej elektryczności, ilości w danych wa-

rurkach oznaczone i skończone, poza które posunąć się dalej nie możemy, chociażbyśmy uciekli się do pól najsilniejszych. Innemi również sposobami możemy odebrać własność przewodnictwa zionizowanemu gazowi; zmuszając go naprzykład do płynięcia przez watę szklaną lub przez bardzo wąską metalową rurkę. Zestawienie tych elementarnych spostrzeżeń wskazuje drogę, którą należy iść do teorji zjawisk ionizacji, którą istotnie nauka poszła za przewodem wielkiego badacza, Sir J. J. Thomsona z Cambridge. Skoro gaz zionizowany możemy pozbawić przewodnictwa, filtrując go przez szklane lub metalowe zapory, zatem nienormalne owo przewodnictwo musi wynikać z obecności w gazie jakowejś przymieszki, oczywiście obdarzonej po części dodatnim, po części ujemnym elektrycznym ładunkiem; pod kierującym wpływem pola elektrycznego, ładunki te biegną ku elektrodom. Skoro różnoimienne ładunki, natychmiast po zionizowaniu gazu, nie zobojętniają się ani się niszczą wzajemnie, przeto muszą być od siebie oddzielone przestrzennie, muszą być rozproszone w gazie jako małe elektryczne jednostki. Skoro, po ustrzymaniu zewnętrznego ionizującego działania, ładunki nieodrazu odszukują się z sobą, skoro spotykają i łączą się z bie-

giem czasu, stopniowo, zatem muszą poruszać się w przestrzeni indywidualnie, z prędkością skończoną, muszą błądzić śród obojętnych molekuł jak cząsteczki dyfundującego obcego, bardzo rozrzedzonego gazu. Jednem słowem, w zjonizowanym gazie ładunki elektryczne zachowują się podobnie jak zwykłe, materjalne cząsteczki gazów; w zjonizowanym gazie elektryczność okazuje atomistyczną budowę.

VI

Rozważanie zjawisk ionizacji w gazach postawiło nas przed śmiałem przypuszczeniem: istnieje ładunek elementarny, najmniejszy możliwy; istnieje korpuskuł elektryczności, t. zw. elektron. Pojęcie elektronu nasuwało się w nauce oddawna. Prawo Faradaya, które jest zasadą elektrochemji, ustanowiło oddawna ilościowy związek między materjalną masą a elektrycznym ładunkiem. Wyobraźmy sobie, że elektrolizujemy roztwory rozmaitych związków, zawierających naprzykład chlor, brom, potas, sód. Podczas elektrolizy pewne masy tych pierwiastków dopływają do elektrod i osadzają się na nich. Przypuśćmy, że mierzymy te masy a także ilości elektryczności, które one ze sobą przynoszą. Przekonalibyśmy się wówczas, że przyniesione w rozmaitych roztworach ilości elek-

tryczności wówczas są równe, gdy równe są liczby atomów materji, atomów chloru, bromu, potasu lub sodu, które przywędrowały do elektrod. Atomy wspomnianych pierwiastków mają zatem na sobie równe elektryczne ładunki. Taka jest prawda, dostrzeżona przez Faradaya w r. 1833-im; Helmholtz w r. 1881-ym wyprowadził z niej wniosek, że pojęcie elementarnego elektrycznego ładunku jest równie uprawnione jak pojęcie masy elementarnej, czyli materjalnego atomu.

Skierujmy teraz w inną stronę bieg naszego przelotnego przeglądu. Od roku 1859-go, dzięki badaniom Plückera, Hittorffa, Goldsteina, Varleya, Crookesa, Hertza, Lenarda i innych uczonych, znamy szczególne zjawiska, które obserwujemy, gdy elektryczność przepływa przez gazy bardzo rozrzedzone. Dostrzegamy wówczas, jak wiadomo, rodzaj emisji, która wybiega z katody (zawsze prostopadle do jej powierzchni), rozchodzi się w kierunkach dróg prostych, jest energicznie pochłaniana przez gazy i ciecze, tembardziej zaś przez metale; emisja ta otrzymała mylną i niewłaściwą nazwę „katodowych promieni". Znamy dzisiaj własności ~~owej~~ katodowej emisji, które ją odróżniają od promieniowania, które ją nawet przeciwstawiają właściwemu promieniowaniu. Wiemy, że katodowa emisja niesie ze sobą ujemny elektryczny ładunek; ładunek

tryczności wówczas są równe, gdy równe są liczby atomów wa-
łych, atomów chloru, bromu, potasu itd. itd., które przyczyniały
do elektrolitu, których wymienianych pierwiastków masy działem na
tyle równe elektryczne ładunki. Taka jest prawda, dostrzeżona
przez Faradaya w r. 1833-im; Helmholtz w r. 1881-ym wypo-
wiedział z wielką mocą, że pojęcie elementarnego elektrycznego ła-
dunku jest równie uprawnione jak pojęcie masy elementarnej,
czyli najmniejszego atomu.

Przenieśmy teraz w inną stronę tok naszego przeglądu przy-
glądu. Od roku 1853-go, dzięki badaniom Plückera, Hittorfa,
Goldsteina, Varleya, Crookesa, Hertza, Lenarda i innych
uczonych, znamy szczególne zjawiska, które obserwujemy, gdy elek-
tryczność przebiega przez gazy bardzo rozrzedzone. Dostrzegamy wów-
czas, jak wiadomo, rodzaj emisji, które wybiega z katody (zawsze
prostopadle do jej powierzchni), rozchodzi się w kierunkach ściśle pro-
stych, i jest energicznie pochłaniana przez gazy i ciała, tem bardziej
zaś przez metale; emisja ta otrzymała nazwę i nie [illegible] na-
zwy "katodowych promieni"; znamy dzisiaj własności tego ro-
dzaju emisji, które ją odróżniają od promieniowania, które ją
nawet przeciwstawiają właściwemu promieniowaniu. Wiemy, że ta
dziwna emisja unosi ze sobą ujemny elektryczny ładunek; ładunek

ten możemy wykazać dzięki działaniu, którego emisja doznaje w obcem polu elektrycznem lub magnetycznem. Wiemy, że pod wpływem obcego magnetycznego pola emisja odchyla się od pierwotnego prostego kierunku, w którym wybiega z katody; wiemy nadto, że, sama przez się, wytwarza w swojem sąsiedztwie, nawzajem, własne pole magnetyczne. Z tych spostrzeżeń wnosimy, że t. zw. promienie katodowe są w samej rzeczy strumieniami cząstek, naładowanych ujemnie, biegnących uporządkowaną gromadą, pod wpływem panującego w rurce pola elektrycznego, dzięki stosunkowej swobodzie, z której korzystają w gazie rozrzedzonym. Jaka jest natura tych cząstek? Sir J. J. Thomson nauczył, jak można mierzyć ich elektryczny ładunek, ich masę, ich prędkość; doświadczenie zaś pokazało, że, według wszelkiego prawdopodobieństwa, własności te są niezależne od natury gazu, w którym badamy katodową emisję. Stąd zatem wynika, że cząstki, stanowiące emisję, nie są zwykłemi, chemicznemi atomami materji; wiemy dziś niewątpliwie, że one są swobodnemi elektronami, odłączonemi od towarzyszy, wraz z któremi zwyczajnie tworzą normalne atomy materji. Mamy wszelkie powody do przypuszczania,

że ładunek swobodnego elektronu jest dokładnie ten sam jak ładunek ionu wodorowego w zjawiskach elektrolizy. Zasadzając się na tem (niemal nieodzownem) założeniu, dochodzimy do wniosku, że masa swobodnego, niezbyt szybko poruszającego się elektronu jest około 1800 razy mniejsza aniżeli masa normalnego atomu wodoru. Istnieją zatem niewątpliwie masy (mniejsze jeszcze) niż masa atomu wodoru, najdrobniejsza, jak wiadomo, masa z pomiędzy wszystkich, z jakiemi w ciągu całego XIX-go stulecia mieliśmy do czynienia w nauce. Ten wynik, który zawdzięczamy przeważnie pracy Sir J. J. Thomsona, pozostanie pierwszorzędnym momentem w dziejach naszego pojmowania materji. Chemiczny atom, tak niedawno jeszcze kres i granica fizycznego i chemicznego badania, jest dziś dla nas złożonym i zawiłym światem, jest układem zmiennym, nieraz nietrwałym, którego ustrój, koleje i żywot przenikamy coraz pewniej i coraz dokładniej.

Elektronem będziemy więc odtąd nazywali czysto geometryczny układ elektrycznego (ujemnego) ładunku (np. punkt elektryczny, kulę lub elipsoidę o powierzchownym lub objętościowym ładunku i t.p.); ionem jest atom chemiczny, lub chemiczna cząsteczka, jeżeli do

niego (lub do niej) przyłączył się jeden elektron lub przyłączyło się kilka elektronów; albo też, gdy od niego (lub od niej) odłączył się jeden elektron lub odłączyło się kilka elektronów. W rozmaitych zjawiskach poznajemy zresztą także iony duże, gromadne, które zawierają znaczną liczbę atomów albo molekuł.

VII

Zestawienie praw, rządzących zjawiskami elektrolizy, ionizacji gazów i t. zw. promieni katodowych, jest pouczające. W zwykłej elektrolizie iony poruszają się, naglone przez siły elektryczne lecz jednocześnie powstrzymywane przez działania podobne do tarcia i tak dalece przemożne, że impet ionów bywa zwykle zupełnie zniesiony. Dlatego nie przyśpieszenia (jak w ruchu swobodnie spadającego kamienia) ale prędkości ionów stosują się do czynnych sił; dlatego też przepływy są proporcjonalne do bodźców. W zwykłej elektrolizie obowiązują zatem klasyczne prawa Ohma i Joule'a; są to szczególne przypadki praw Fourierowskich, praw idealnych, spełnionych, gdy koercja, tłumiąc inercję, nadaje zjawisku charakter.

W przypadku ionizacji gazów koercja jest czynna w rozma-

ity sposób. Jeżeli swobodny elektron zjawia się w tłumnym ośrodku, jakim jest naprzykład gaz o gęstości atmosferycznego powietrza, zostaje niebawem obstąpiony, zostaje obciążony przez materjalne cząsteczki; tworzą się gromadki duże, mało ruchliwe; ich liczba jest zwykle nieznaczna w stosunku do liczby normalnych cząsteczek. Od czasu do czasu dwie grupy spotykają się i nieraz się kruszą; ich elektrony, jeśli są różnoimienne, zobojętniają się, satelity zaś powracają do roli obojętnych cząsteczek. Tak dzieje się, dopóki pole elektryczne jest słabe; prawo Ohma jest wówczas w pierwszem przybliżeniu spełnione. Gdy pole jest znaczne, rola koercji jest coraz bardziej podrzędna, prawo Ohma przestaje wówczas, być ważne, nawet w przybliżeniu,

W zjawisku katodowych promieni nie dostrzegamy już wcale spółzawodnictwa inercji z koercją, której świadkami jesteśmy w jonizacji gazów. Prędkości ruchu są tu nieznieważne; co więcej, są uporządkowane. Niema tu molekularnego nieładu, niema chaosu tłumu, charakterystycznego w materjalnych zjawiskach; dlatego też niema koercji. O charakterze zjawiska rozstrzyga inercja, tak dalece, że najprostsza postać zasady energji, tak zwane prawo «sił żywych» klasycznej Dynamiki, stosuje się w niejakiem przybliżeniu do prawdy.

Inny przykład działalności elektronów swobodnych, działalności opanowanej przez doskonałą koercję, upatrywano oddawna w elektrycznem i cieplnem przewodnictwie ciał metalicznych. Można przypuszczać, że metale i inne ciała, które jak one przewodzą, zawierają rzesze elektronów swobodnych, ujemnych, biegnących zapewne bez innej przeszkody jak ta, która im ze spotkań z atomami metalu wyrasta. Elektrony swobodne w łonie metalu wytwarzają się prawdopodobnie przez auto-ionizację jego atomów; wiemy rzeczywiście skądinąd, że do takiej auto-ionizacji skore są zwłaszcza atomy pierwiastków, które są dobremi elektrycznemi przewodnikami. Pod wpływem obcego elektrycznego pola elektrony muszą płynąć mniej więcej uporządkowanym strumieniem; tym sposobem przewodzą prąd elektryczny. Odstępując atomom metalu energię, której w polu wciąż poczynają nabywać, zamieniają elektryczną energię w t.zw. ciepło Joule'a. Roznosząc cieplną energię, elektrony sprawiają cieplne przewodnictwo metalu; łatwo zrozumieć, że pewien związek zatem istnieje pomiędzy przewodnictwem cieplnem i elektrycznem. Szybko mknąc w łonie metalu, elektrony muszą niekiedy wybiegać i poza jego zewnętrzną powierzchnię; lecz ponieważ takiej dezercji sprzeciwiają się siły elektryczne, przeto

ucieczka staje się tłumna dopiero w temperaturach wysokich, w których bieg elektronów poczyna być bardzo rączy a pęd ich niepowstrzymany; i to oczekiwanie zgadza się rzeczywiście z dostrzeganemi zjawiskami. Jak zatem widzimy, t. zw. elektronowa teorja przewodnictwa metali, stworzona pierwotnie przez Riecke'go, Drude'go, H. A. Lorentza, J. J. Thomsona, wielokrotnie zaś później przekształcana, poprawiana i przebudowywana, tłomaczy zadawalniająco pewną liczbę faktów; w swym dalszym rozwoju natrafia ona jednak na wielkie trudności, z których najpoważniejsze wynikają, być może, z nowych i zadziwiających odkryć holenderskiego fizyka Kamerlingh Onnesa. Jak wykazał ten znakomity badacz lejdejski, elektryczne przewodnictwo metali wzmaga się nagle, w niebywały sposób, w bardzo niskich temperaturach; do elektrycznego przewodnictwa metali przyczynia się zatem jakiś (może quantowej natury) mechanizm, któryśmy przeoczyli w elektronowej teorji zjawiska.

VIII

Wyobraźmy sobie elektron, poruszający się w polu elektromagnetycznem, śród doskonałej próżni. Elektron wywiera wpływ na pole, zmienia je ruchem, wytwarza w niem pewną ilość elektromagnetycznej energji; elektron musi więc stracić wytworzoną w polu

ilość energji, musi ją uronić z własnej energji. Wszystko dzieje się tak, jak gdyby elektron w ruchu przez pole doznawał pewnego oporu, jak gdyby okazywał bezwładność, jak gdyby obdarzony był masą. Elektromagnetyczny ten opór nie jest podobny do pospolitego oporu lub tarcia, którego doznajemy, poruszając ciało stałe w bardzo lepkiej cieczy; w cieczy lepkiej, istotnie, energja kinetyczna zamienia się nieodwracalnie w ciepło, tymczasem w doskonałej próżni energja elektromagnetyczna w ciepło nie może się przeobrażać. Wsteczne działanie elektromagnetycznego pola na poruszający się w jego obrębie elektron jest raczej (do pewnego stopnia) podobne do idealnego oporu, który rozważamy w oderwanej Hydrodynamice, wyobrażając sobie ruch ciała sztywnego w t. zw. płynie doskonałym. Chociażby ciało sztywne było wręcz pozbawione rzeczywistej masy własnej, zachowywałoby się wówczas, jak gdyby miało masę pozorną, zależną (gdy ruch jest prostolinjowy i jednostajny) od masy płynu, którego miejsce jest (przez ciało) zajęte. Elektron posiada, podobnie, masę pozorną, wynikającą z elektromagnetycznego, zwrotnego oddziaływania nań pola. Takie jest elektromagnetyczne wytłomaczenie bezwładności, podane po raz pierwszy w r. 1881-ym, w młodzieńczej rozprawce Sir J. J. Thomsona.

Otwiera ono odrazu daleki widnokrąg. Skoro masa elek-

tronu jest pozorna, czy nie można przypuścić, że wszelka wogóle masa, masa ciał podpadających pod zmysły, jest również pozorna? Klasyczna dynamika ciał materjalnych, bezwładnych i ważkich, dynamika Galileusza, Newtona, Lagrange'a, owa dumna nauka, wspaniale wypróbowana przez dwa wieki nieustannego tryumfu, nie jest-że ona tylko szczególnym, bardzo szczupłym przypadkiem [1] elektromagnetycznej dynamiki elektronów? Podstawą tej elektroma-

[1] Dynamika elektronów jest zawilsza niż zwykła, klasyczna Dynamika. W klasycznej Dynamice masa poruszającego się niezmiennego ciała jest jego cechą stałą. W elektromagnetycznej dynamice elektronu masa jest ilością zmienną, zależną od stosunku jego prędkości do prędkości rozchodzenia się światła w doskonałej próżni; jedynie wówczas, gdy ów stosunek jest mały w porównaniu do jedności, mamy do czynienia z masą t.zw. spoczynkową, pojęciem granicznem, które jest w pewnej mierze podobne do klasycznego pojęcia masy pospolitej. Rozumiemy teraz, dlaczego, mówiąc o masie elektronów stanowiących katodową emisję, zastrzegliśmy, że elektrony te mają poruszać się niezbyt szybko. W katodowej emisji mogą przytrafiać się rzeczywiście elektrony niezbyt szybko biegnące. Prędkość ruchu tych elektronów, zależna od ciśnienia gazu i od panującego elektrycznego pola, waha się w granicach od jednej trzydziestej do jednej trzeciej części prędkości światła w próżni. Gdy

gnetycznej dynamiki są równania Maxwella. Równania Maxwella wyrażają prawo fundamentalnej zmienności, może nawet jedynej zmienności, która w nieskończonej, doskonałej próżni może dochodzić do skutku; czy one nie wypowiadają jednej z najdalszych prawd, jakie potrafiliśmy poznać w splocie otaczających nas zjawisk? Wyobraźmy sobie w próżni miejsca szczególne, w których pole jest wyjątkowo skupione; z takich punktów czy małych zakresów, z elektronów, w wyobraźni zbudujmy atomy, iony, molekuły, kompleksy drobnych i grubych cząsteczek i cząstek, krople cieczy, strumienie gazów, wielkie masy roztworów, zawiesin, kryształów i brył, góry i morza, planety i słońca, mgławice i światy; czy taki jest obraz materjalnej rzeczywistości, który roztacza przed nami nauka? Praca umysłowa ludzkości jest niezmęczona, usilna; wewnętrzne prze-

---

prędkość elektronu jest 30 razy mniejsza od prędkości światła w próżni, pozorna masa elektronu ma się do jego spoczynkowej masy jak 1.0005 do 1; stosunek ten wzrasta do 1.06 : 1, gdy prędkość elektronu dochodzi do jednej trzeciej części prędkości światła w próżni. Znamy cząstki (t.zw. cząstki β, wysyłane przez ciała promieniotwórcze), których prędkość wynosi około 99.8 prędkości światła w próżni; pozorna masa takiej cząstki jest 13 razy większa niż spoczynkowa.

obrażenia naszej umiejętności są niepowstrzymane. Przed trzydziestu, nawet jeszcze przed dwudziestu laty, w myślach pokolenia znakomitych badaczy rysował się świat korpuskularny, który w dzisiejszej Fizyce wydaje się niedostosowany do faktów, niepożyteczny; Fitzgeralda, Larmora, Lorentza, Abrahama, Liénarda świat elektronów już nas dziś nie zaciekawia. Wiemy obecnie, że chemiczny atom, prócz elektronów, zawiera jeszcze coś odmiennego, czego z elektronów niepodobna jest złożyć; z samych więc elektronów nie potrafimy zbudować świata materji. Wiemy, że chemiczny atom jest zmiennym, często nawet nietrwałym układem. Wyobrażamy sobie dzisiaj, że od czasu do czasu atom wzdryga się, wstrząsa; z temi spazmami promieniowanie atomu ma łączyć się ściśle. Ale z równaniami Maxwella trudno pogodzić nagłe wewnętrzne przewroty w atomie; jeszcze trudniej zrozumieć, dlaczego atom nie promieniuje w czasie spokoju, w odstępach upływających między katastrofami. Chwieje się więc zaufanie nasze dotychczasowe do całkowitej i ogólnej ścisłości równań Maxwella. Chwieje się nawet cały obraz świata, przekazany nam przez tyle stuleci. Widok rozciągłości przestrzennej, utrwalony logicznie w geometrji Euklidesowej, nie wydaje się dziś ani koniecznym, ani nawet najstosow-

niejszym, najprostszym i przekonywamy się w Fizyce, że on jest zbyt ciasny, że tkwią w nim założenia dowolne, które prowadzą nas w końcu do sztucznych i zbytecznych trudności. Dotychczas widzieliśmy w świecie bezwzględną próżnię, niezależnie per se istniejącą; w tej próżni umieszczaliśmy materję, do takiej próżni wnosiliśmy materję, obcy jej utwór, uposażony w bezwładność, w ciężenie, więc w nowe, geometrycznie niezrozumiałe własności. Dziś postępujemy przeciwnie i wyprowadzamy materję, ważką i oporną materję wydobywamy z pewnej geometrycznej lub hypergeometrycznej konstrukcji. W niedostępnem podłożu zjawisk próbujemy zawrzeć przestrzeń codzienną, pozorną i czas pospolity; ukrywamy w niem grawitację Newtona, przez dwieście lat niepojętą oraz nieodłączną od grawitacji bezwładność, istotnie z nią identyczną. W utkaniu zaświata upatrujemy treść właściwą materji, która wydaje się wówczas jego objawem, wynikiem, następstwem; odnajdujemy w niem siłę, która staje się tylko prostem ludzkiem złudzeniem. Cała ta domniemana podbudowa Natury jest fantastyczna i niesamowita; ale nie może być inna; wszak przestępując próg nowej, geometrycznej mechaniki,

uznajemy tem samem, że codzienne doświadczenie zmysłowe odgradza nas rozpaczliwie od prawdy, że zamyka nas między ściany uprzedzeń i błędów, że nas w mgłę nieporozumień spowija. Genjalna fantasmagorja Alberta Einsteina, nieszczęśliwie zwana nauką relatywizmu, niepokoi nas raczej swą wyłącznością, kamiennym spokojem, w który chce bujny świat wtłoczyć, martwą prostotą, którą pragnie niezmierzonemu bogactwu wydarzeń narzucić. W obliczu tej nowej nauki nie czujemy się dziś zadowoleni elektromagnetycznem wytłomaczeniem bezwładności ciał ważkich; takie tłomaczenie nie wydaje się już dzisiaj ponętne, ani nawet potrzebne, skoro w teorji Einsteina bezwładność jest geometrycznie zrozumiała, o wiele łatwiej zrozumiała niż pole elektromagnetyczne. Potrzeba nam dzisiaj, ażeby pola elektromagnetyczne, ażeby trwałość elektronów wynikały logicznie z tejże prageometrji, w której tyle dziedzin fizycznego poznania znalazło jednolity swój obraz. Tak ważą się, tak chwieją się nasze myśli, nasze naukowe dążności. Następcy nasi rozwiążą zadania, które są dla nas za trudne; może też niejedno z pomiędzy spółczesnych naszych zagadnień z uśmiechem odsuną, odrzucą. Ale owa wiedza, przez nas dziś nieprzeczuwana, bę-

dzie

dla nich źródłem nowych bez końca zagadnień. Jak dla Bacona, jak dla nas, i dla nich zapewne będzie Aedificium huius Universi instar Labyrinthi.

IX

Wiadomo, że gazy niezbyt zgęszczone, gdy je (naprzykład elektrycznie) zmuszamy do świecenia, wysyłają promieniowanie ograniczone zazwyczaj do pewnych bardzo ciasnych widmowych zakresów, zatem całkiem odmienne od t. zw. ciągłego promieniowania naprzykład ciał stałych. Powiadamy zatem, że świecący gaz daje początek "linjowemu" widmu emisyjnemu. Miejsce ostrych prążków czyli "linij" w widmie nie jest całkowicie niezmienne; jak Humphreys i Mohler okazali w r. 1896-ym, linje przesuwają się nieznacznie, ku czerwonemu końcowi widma, gdy świecący gaz poddajemy działaniu wysokiego ciśnienia. Z odkryć Zeemana (1896) i Starka (1913) wiemy również, że linje widmowe rozkładają i przeistaczają się zupełnie pod wpływem wytworzonego w gazie, magnetycznego lub elektrycznego pola. W oznaczonych jednak warunkach, długość fali oraz wewnętrzna budowa danej linji widmowej jest określona

jest niezmienna; na tej okoliczności polega właśnie zasada t.zw. spektralnej analizy. Możemy wprawdzie zmieniać natężenie linji widmowej, pobudzając gaz do świecenia rozmaitem zewnętrznem działaniem lub poddając go wpływowi różnych temperatur; ale położenie linji w widmie nie zmienia się wówczas.

Mogłoby wydawać się na pierwszy rzut oka, że w faktach, które tu przytoczyliśmy, niema nic wyjątkowego; w danych warunkach gaz okazuje zawsze tę same i wszystkie te same własności *); jeśli naprzykład gaz ma określoną gęstość i określoną temperaturę, wywiera zawsze to samo ciśnienie. Ciśnienie gazu jest tłumną, jest statystyczną właściwością; wynika ono z olbrzymiej liczby niezależnych przebiegów; w tej olbrzymiej liczbie gubią się przypadkowe kaprysy zapędów lub złączeń molekularnych. Statystycznym objawem jest również natężenie linji widmowej; ale długość fali albo częstość drgania, odpowiadająca miejscu pewnej linji w widmie, nie jest **) tłumnem zjawiskiem, nie może być

*) Twierdzenie, które a priori bynajmniej nie jest oczywiste; nie stosowałoby się ono naprzykład do (pospolicie tak zwanych) ciał stałych.

**) Linje widmowe nie są nigdy bezwzględnie ostre, nieskończenie cienkie; mają raczej pewną (praktyczną) szerokość, pewną wewnętrzną strukturę. Ustrój wewnętrzny linji może być zatem statystycznem zjawiskiem;

przeciętnym wypadkiem mnóstwa bezładnie rozsypanych okresów. Długość fali lub częstość drgania, charakteryzująca daną linję widmową, jest widocznie piętnem pewnych mechanizmów, bardzo przybliżenie lub ściśle identycznych ze sobą, bardzo mało wrażliwych lub wcale niewrażliwych na działania zewnętrzne, mechanizmów, które wciąż powracają uparcie do typów funkcjonowania niezmiennych, istotnych, tym układom właściwych. Na promieniowanie linji spektralnej składają się mnogie rzesze atomistycznych wydarzeń; ale jedna jej własność, jej okresowość, rzetelna czy też pozorna, jest wynikiem nie chaosu lecz zgody.

Wsłuchując się zatem w brzmienie materji, chwytamy tu dźwięki, które nie są bynajmniej wrzawą rozkrzyczanej hałastry; świadczą raczej o śpiewnym rytmie wybornie zestrojonego chóru atomów. Nauka chemji pozwala nam oddawna podsłuchiwać podobne odgłosy; prawa tworzenia się związków chemicznych według stałych (bądź prostych, bądź wielokrotnych) stosunków mas, prawa t. zw. wartościowości chemicznej, prawa elek-

ale długość fali lub częstość drgań, wyrażająca widmowe położenie linji jako całości (np. położenie jej środka) nie może być przeciętnym wynikiem przypadkowego "na oślep" dodawania się zjawisk.

trolizy nie mogą wynikać z przypadkowego nagromadzania się dowolnych elementarnych wydarzeń. Do podobnego wniosku prowadzą nas zjawiska promieniotwórcze; są to wybitnie zgodne atomistyczne procesy; choć niektóre ich widoki i strony mogą mieć statystyczny charakter, istota tych zjawisk jest niestatystyczna. Fizykom drugiej części XIX-go stulecia zawdzięczamy (jak o tem mówiliśmy) wielkie teorje, które wytłomaczyły tłumne własności zbiorowisk i zbiegowisk molekuł. O budowie materji Clausius, Maxwell, Boltzmann, van der Waals, Gibbs, Smoluchowski myśleli statystycznie; lecz J. J. Thomson, Rutherford, Sommerfeld, Niels Bohr roztrząsają ją z innego, z indywidualnie-atomistycznego stanowiska. Jak zbudowany jest atom chemiczny? Jest to zagadnienie, które leżało przez szereg lat po za granicami molekularnej teorji gazowego stanu materji. Rozwiązanie tego zagadnienia jest niemal obojętne dla teorji ciśnienia gazów, dla teorji ich lepkości, ich przewodnictwa cieplnego, ich dyfuzji; rozstrzyga ono natomiast o teorji linij widmowych, o teorji zjawisk promieniotwórczości. –

X

Musimy zrozumieć, musimy przyswoić naszym myślom zjawisko linij widmowych; jak to mamy uczynić? Jeżeli w normalnym atomie zawierają się elektrony, zatem, wstrząśnięte, muszą drgać dokoła stałych położeń (w których trzymane są na uwięzi) lub może dokoła orbit, po których krążą (podobne planetom naszego słonecznego układu. Takie drgania elektronów wytwarzałyby fale elektromagnetyczne w otaczającej, elektromagnetycznie wrażliwej próżni; czy linje widmowe są może widomym objawem tych fal? Ale widma linjowe bywają nadzwyczajnie zawiłe; istnieją niektóre, złożone z tysięcy odrębnych linij; niełatwo byłoby nam wytłomaczyć choćby tylko ową zawiłość, upatrując w drganiach elektronów istotę zjawiska. Dziś zarzucono zupełnie drogę, która, przynajmniej w zajmującem tu nas zagadnieniu, okazała się bezowocną.

Zwróćmy się do rzeczywistości, do faktów. Na pierwszy rzut oka wydaje się, iż linje w widmach linjowych są rozsypane zgoła bezładnie. Ale już w r. 1885-ym zauważył J. J. ...., Balmer, że pomiędzy długościami fali lub częstościami drgań znanych linij H_α, H_β, H_γ, ... wodoru istnieje prosty związek licz-

bowy. Dzisiaj mówimy, że linje objęte takim związkiem (albo podobnym) układają się w widmowy szereg, że tworzą t. zw. serję widmową; linje $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ ...... w widmie wodoru stanowią więc szereg, t. zw. serję Balmera. Posuwając się w widmie wodoru od końca czerwonego ku fioletowemu, spostrzegamy, że linje serji Balmera leżą z początku dość daleko od siebie, stopniowo jednak przypadają coraz gęściej, aż wreszcie gromadzą się ciżbą w pobliżu pewnego kresu, położonego w ultrafiolecie, którego przekroczyć nie mogą. Szereg linij Balmera jest jedną z prostszych seryj widmowych; znamy dziś wiele podobnych, chociaż przeważnie znacznie zawilszych. Uogólnione, pogłębione, wysubtelnione, spostrzeżenie Balmera doprowadziło dziś naukę do poznania prawdy rozległej i bardzo doniosłej. Wydzielając niektóre linje z niepomiernej ich gęstwy, kojarząc je mocą upatrzonego w nich związku, Balmer stał się niejako Kepplerem mechaniki wnętrza chemicznego atomu. Skromny nauczyciel szkolny w Bazylei nie przypuszczał zapewne, że na właściwy ślad przezeń poprowadzeni następcy wedrą się myślą, w niedostępne zagadnienie materji, daleko po za horyzont Fizyki jemu spółczesnej, daleko po za granice

bowy. Dzisiaj wiemy, że linje objęte takim szeregiem (albo podobnym) układają się w widmowy szereg, że tworzą t. zw. serję widmową; linje Hα, Hβ, Hγ ...... w widmie wodoru stanowią więc szereg, t. zw. serję Balmera. Poruszając się w widmie wodoru od końca czerwonego ku fioletowemu, spostrzegamy, że linje serji Balmera leżą z początku dość daleko od siebie, stopniowo jednak przypadają coraz gęściej, aż wreszcie gromadzą się ciasno w pobliżu pewnego krańca, położonego w ultrafiolecie, którego przekroczyć nie mogą. Serja linij Balmera jest jedną z prostszych serij widmowych; znamy bardzo wiele podobnych, chociaż przeważnie znacznie zawilszych. Stopniowe, przystępne, wyrafinowane, opracowanie Balmera doprowadziło dziś naukę do poznania prawdy rozległej i bardzo doniosłej. Wyświetlając zagadkę linij z niepomierną ścisłością, kojarząc je ze sobą [illegible] w nich związku, Balmer stał się niejako Keplerem mechaniki wnętrza chemicznego atomu. Pierwszy [illegible] [illegible] w Bazylei nie przypuszczał zapewne, że na wstępie stał przecie [illegible] [illegible] się myślą, w niedostępne zagadnienia materji, daleko po za horyzont fizyki jemu współczesnej, daleko po za granice

Chemji, jak je do ostatnich lat rozumiano. Badając wędrówki księżyców i planet po sklepieniu niebieskiem, dochodzimy do wniosku, że ruch ten rządzi się ściśle prawami, których nauczył nas Newton. Na mocy spektroskopowych pomiarów, których precyzja jest nieporównana, przekonywamy się, w jeszcze wyższym stopniu przybliżenia do prawdy, że zdołaliśmy przeniknąć charakter wstrząśnień i zmian, odbywających się w głębi chemicznego atomu. Istotnie, wyniki widmowych spostrzeżeń zgadzają się nad podziw dokładnie z oczekiwaniem najnowszego rozdziału nauki o budowie materji, spółczesnej teorji atomu. Jak wydarza się dzisiaj niejednokrotnie, teorja ta jest dziełem zbiorowem. Pierwszą podstawę dał jej Sir Ernest Rutherford w r. 1911-ym; rozważając zjawiska rozpraszania cząstek α przez ciała materjalne, wielki ten badacz odgadł plan urządzenia atomu w ogólnym zarysie; ale właściwym twórcą nowej nauki jest duński uczony Niels Bohr w Kopenhadze, którego wytężona, od r. 1913-go nieprzerwana działalność odsłoniła nam (przy udziale A. Sommerfelda i innych uczonych) nie-

znane dotychczas zjawiska dziejące się w ukryciu atomu i zjawiskom tym, zaledwie odgadniętym, przepisała ich prawa.

XI

Wyobraźmy sobie jądro drobne, maleńkie ale nadzwyczajnie masywne; przypuśćmy, że ono jest obdarzone ładunkiem elektrycznym dodatnim. Wyobraźmy sobie, że dokoła takiego jądra krąży (jak w atomie wodoru) jeden elektron ujemny, lub (jak w innych atomach) pewna, być może znaczna liczba elektronów ujemnych.*) Wszystkie elektrony ujemne są identyczne; każdy jest obdarzony elementarną ilością e ujemnego ładunku.

*) Jak powiedzieliśmy, przypuszczamy, że rozmiary jądra są znacznie mniejsze niż rozmiary elektronu; lecz że masa jądra jest o wiele większa niż masa elektronu. Dla przykładu (nie przywiązując zresztą do niego żadnej wagi) przypuśćmy, że w atomie wodoru jądro i elektron ma postać kulistą; że ładunek jądra i elektronu jest jednostajnie rozlany na kulistej powierzchni; że masa jądra i elektronu jest elektromagnetyczna. Masa każdej kuli jest wówczas odwrotnie proporcjonalna do jej średnicy. Jądro atomu wodoru ma 1800 razy większą masę, zatem 1800 razy mniejszą średnicę, zatem 5 832 000 000 razy mniejszą objętość aniżeli elektron.

18
18
144
18
324
18
2592
324
5832

Jeżeli n jest liczbą elektronów w atomie, ne jest łączną sumą ich elektrycznego (ujemnego) ładunku. W obojętnym atomie jądro musi mieć ten sam (dodatni) ładunek ne. Liczba n elektronów, czyli krążących dokoła jądra satellitów, jest więc równa liczbie elementarnych jednostek e zawartych w ładunku jądra. Ta liczba n (jak zrozumieli Rutherford, Moseley i inni badacze) jest dominującą cechą chemicznego pierwiastka; gra ona pierwszorzędną rolę w t. zw. perjodycznym (lub naturalnym) układzie pierwiastków, którego pierwszą myśl w niedoskonałej postaci powziął przed przeszło pół wiekiem Dymitry Mendelejew. Wiemy dziś, że porządkowa liczba pierwiastka w perjodycznym układzie jest identyczna z liczbą n, wyrażającą w jednostce e ładunek jądra, a zatem jest równa liczbie elektronów zawartych w atomie; przez taką wiadomość układ perjodyczny pierwiastków stał się nagle prostym i jasnym.

Luźny, otwarty układ, złożony ze środkowego jądra i elektronów, oto model atomu, który z Rutherfordem i Bohrem wybieramy za punkt wyjścia teorji. Napozór ten atom jest podobny

do naszego słonecznego układu: jądro jest jego słońcem, elektrony są w nim planetami. Ale model atomu, naśladujący ów wielki mechanizm, jak on poddany prawom Dynamiki i ożywiony Newtonowskiem ciężeniem, nie tłomaczyłby zjawisk widmowych. Ziemia krąży dokoła słońca ruchem powtarzającym się niemal ściśle; ale ta prawie dokładna okresowość wynika z odosobnienia słonecznego układu, z jego odsunięcia od pozostałych brył świata. W atomie okresowość jest inna i musi mieć źródło odmienne; jak to już podnosiliśmy, okresowość ta, powszechna, nieciągła, jest dana z nieugiętą, bezwzględną precyzją; fakt to fundamentalny, który już Maxwella przejmował zdumieniem. Bohr szuka dlań wytłomaczenia i wszystko za tem przemawia, że istotnie je znalazł w wielkiej tej prawdzie, wiadomej lecz jeszcze źle rozumianej, która w tak zwanej teorji quantów znajduje swój wyraz.

Wyobraźmy sobie jeszcze raz atom wodoru: ujemnie naładowany elektron krąży w nim dokoła dodatnio naładowanego, masywnego jądra. Siła działająca pomiędzy elektronem a jądrem, według ~~xxxxxx~~ dzisiejszej elektromagnetycznej teorji, jest bardzo zawiła. Według tej teorji, ruch nie może być trwały; elektron krążący musi

oddawać energję, atom musi promieniować. Do takich wniosków dochodzimy na zasadzie obowiązującej teorji; tem gorzej dla niej, odpowiada nam Bohr; obiegowy ruch elektronu jest trwały, świadczą o tem widma; taki ruch trwały musi odbywać się bez promieniowania. Możnaby mniemać, że powinniśmy zatem odrzucić klasyczną teorję Maxwella; Bohr ją raczej ogranicza, zacieśnia, odkształca; dodając jej nowe, quantowe warunki, zmusza ją do wydania wyników, które jej istocie są obce. Ażeby to jasno zrozumieć, przypomnijmy sobie, że, według praw Dynamiki, ruch brył materjalnych może zmieniać się (i zmienia się nieczyściwie) w sposób ciągły. Gdyby z nieskończonej oddali spadł na ziemię kamień lub inny okruch kosmiczny, wytrąciłby ją leciutko z poprzedniego trybu jej ruchu, zmusiłby ją do nowego, ale zaledwie odmiennego obiegu. W atomie, podług Bohra, niema tej swobody, niema takiej luźnej swawoli. Elektron nie ma do wyboru nieskończonej, ciągłej rozmaitości orbit; może biec po kilku, kilkunastu lub kilkudziesięciu torach, z których każdy jest upatrzony, wybrany, ściśle przepisany. Te uprzywilejowane sposoby obiegu, które elektronowi są dozwolone, są trwałe; innemi słowy, są ~~[illegible]~~ wolne od jakiejbądź straty energji, są wyjątkowo wyjęte z pod władzy równań Maxwella, są bezpromieniste;

wszelkie inne tory lub ruchy są gwałtownie nietrwałe, łączą się z nagłym wyskokiem (lub uskokiem) promieniowania. Jeśli elektron uwolnił się od przymusu, który trzymał go dotychczas na pewnej dozwolonej orbicie, tedy, po bardzo krótkim okresie wolności, popada w nową niewolę, stacza się w kolej innej, znowu wyjątkowej, trwałej i bezpromienistej orbity; przez przelotną zaś chwilę swobody wybuchowo wyrzuca lub wybuchowo wsysa różnicę energji czyli nadmiar albo niedomiar, który na drugiej orbicie w porównaniu do pierwszej posiada. Ta różnica energji nie jest dowolna; jest określona przez quanta, przez prostą lub wielokrotną zawartość Plancka jednostki energji; właśnie dlatego dozwolone orbity nie tworzą pasma ciągłego, są rozsiane sposobem nieciągłym, leżą w odstępach skończonych. Kiedyż skaczący z orbity na orbitę elektron wysyła, kiedy zaś pochłania promienistą energję? Gdy z obszerniejszej, dalszej od jądra orbity elektron przebiega do orbity ciaśniejszej, bliżej jądro opasującej, oddaje wówczas niepotrzebny nadmiar energji, która, przeobrażona, biegnie w dal odtąd jako promienista energja. Gdy zaś, przeciwnie, z bliższej jądra orbity elektron przerzuca się nagle na tor bardziej rozległy, bardziej oddalony od środkowego jądra,

pochłania brakujący, nieodzowny mu niedostatek energji; pochłonięta ilość energji biegła dotychczas w próżni jako promienista energja. Częstość drgań lub długość fali wysłanego lub pobranego promieniowania jest <u>quantowo</u> związana z różnicą energji, która została oddana lub wzięta; dlaczego? jakim sposobem? nie wiemy. Każdy zatem skok elektronu z trwałej na trwalszą orbitę, każdy kurcz konwulsyjny atomu wytwarza dokoła elektromagnetyczne zaburzenie, które, dodane do miljardów identycznych zaburzeń, dostrzegamy w spektroskopie jako ostrą linję widmową. Patrząc na widmo, jesteśmy ~~[illegible]~~ świadkami, jak atom marszczy się, wzdryga; jak, po okresie głuchego milczenia, wybucha nagle potokiem energji; jak, spadając z poziomu do poziomu bytu ~~[illegible]~~, przebiega szczeble jakowejś ewolucji, jeszcze nam niezrozumiałej; jak martwa napozór materja, wstrząsana dreszczem zmienności, przeistacza się, żyje.

Znamy prawa tych przemian w atomie; odgadliśmy ich matematyczny wyraz, ich wzory, równania, ich związki. Wiemy, że prawo linij, że prawidłowość seryj widmowych jest prostem, bezpośredniem następstwem tych związków. Ale ukrytej natury zjawisk nie zrozumieliśmy. Uchwyciliśmy nici połączeń; nie wiemy jednak,

ani skąd ani dokąd prowadzą. Ponieśliśmy bolesne umysłowe ofiary; zgodziliśmy się na założenia, które w poprzednim akcie dramatu nauki bylibyśmy uznali za wręcz niemożliwe; od hypotez szliśmy ku nowym hypotezom, brnąc przez niepojmowanie. Odnaleźliśmy wprawdzie zarysy rzeczywistości; za przewodem Bohra odnajdujemy dziś coraz dalsze, w zadziwiającem bogactwie i w wykończeniu, o którem, w szkicu ulotnym, nie możemy uczynić nawet wzmianki; a jednak z areny walki wychodzimy w poczuciu Pyrrhusowego zwycięstwa. Czujemy, że teorja budowy, lub może raczej czynności i ewolucji atomu dociera głębiej od innych, że odsłania wielkie, kto wie jak dalekie widnokręgi w zagadnieniu materji; ale w jej przędzy zbyt wiele jest luźnych, niewiadomo czy spójnych włókienek; jak w innych współczesnych teorjach, doznajemy wrażenia, że robota jest spieszna, że konstrukcja wkrótce przebudowana zostanie.

Lecz nasze naukowe modele, wizerunki, obrazy i schematy świata, nie sąż one zabawkami dziecka, które z kartonu wycina żołnierzy i konie? Rysowanie tych wzorów nie jest-że próbą zaczerpnięcia oceanu rzeczywistości korytem konkretnego ludzkiego myślenia? W umysłowe nasze koncepcje wtłaczamy własną

wiedzę pod pozorem hypotez, w postaci założeń; gromadzimy je niekiedy na oślep, nie bacząc, czy zgadzają i zrastają się z sobą; jak prestidigitator, ze szkatułki teorji wydobywamy nareszcie pasma dostrzeżeń i szeregi faktów. Lecz one mają na sobie wyryte piętno empirycznego swego pochodzenia; zmieściłyby się może i w odmiennej kształtem i ozdobą szkatułce. Dokonane dzieło zręczności dowodzi tylko naszej wprawy, naszego dowcipu; nie znaleźliśmy prawdy, odnaleźliśmy tylko owoc własnych doświadczeń.

Do czego przyzwyczaiła się myśl ludzka, staje się wkrótce zrozumiałe i proste; na gruncie tego, co znamy, opieramy wiotkie rusztowanie przypuszczeń, po których wspinamy się, ażeby dosięgnąć, co unosi się ponad wiedzą, mgliste i dziwne. Często cała budowla odwraca się nagle: wiadome i jasne staje się naraz zagadką, rusztowanie ustawiamy nawspak, dawny cel wydaje się dogodną podstawą. A tymczasem tajemnica istnienia pozostaje na uboczu, niedostępna, niewiadoma, nietknięta.

Nie obawiajmy się zniechęcenia. Po tysiąc razy rozpaczliwie uderza myśl ludzka o zamykające ją ściany; lecz wiecznie jest świeża i młoda i do lotu się zrywa; czuje, że w niekończącej się walce odnosi mozolnie, krwawo zdobywa jakieś niedościgłe, nieprzechwytne zwycięstwo.

V. Świat widziany od strony elektrycznej.

Przypomnijmy sobie lata nauki szkolnej; przypomnijmy sobie, w jakim nieładzie, w jakiem przypadkowem nagromadzeniu historyczny rozwój przekazał nam (i ówczesnej szkole, niestety) rozległy obszar badania ludzkiego, zwany nauką o elektryczności i magnetyzmie. Uczyliśmy się po kolei: o machinie Ramsdena i o butelkach lejdejskich, o latawcu Franklina i o żabie Galvaniego, o licznej rodzinie ogniw "mokrych" i o jednym "stosie suchym". Podziwialiśmy żarzenie się platynowego drucika, rozkładem wody zakwaszonej byliśmy mocno zaciekawieni; ale pragnęliśmy, może niejasno, cokolwiekbądź z tego wszystkiego zrozumieć. Oczekiwaliśmy, zapewne nawpół świadomie, hasła, formuły magicznej, która dopomogłaby nam myśleć o dziwnym tym świecie, w którym błądziliśmy po omacku. To hasło nie pojawiało się; z kolei następowała – galwanoplastyka. Dowiadywaliśmy się, że można elektrycznie srebrzyć i złocić; dowiadywaliśmy się mnóstwa wiadomości. Poznawaliśmy magnesy w kształcie podków i inne, w kształcie igieł; czytaliśmy o galwanometrach oraz o nieuchronnym mostku Wheatstone'a. Sypały się na nas doświadcze-

nia, przyrządy, odkrycia i wynalazki, coraz mniej zrozumiałe; solenoidy i dzwonek elektryczny, zjawisko indukcji i młoteczek Neefa, telefony i lampy łukowe, mikrofony i « jaja elektryczne » padały w nas, sypkie i niepowiązane jak piasek, suche i lotne jak piasek, martwe, nieurodzajne i przygnębiające jak pustynia Sahary. Umysłowi dziecka potrzeba przyczynowości i związku, podobnie jak nam ich potrzeba. Nie ufajmy książkom ani ludziom głoszącym, że prawidłowość Natury nie może być przedmiotem elementarnego nauczania; ona winna być osią wszelkiego nauczania, albowiem jest ostoją bytu naszego w łonie Natury. Można odsłonić jej rąbek, bawiąc się Fourierowskiemi całkami; można też, zabawiając się piłką, kwiatem lub bąkiem.

I

Cofnijmy się myślą o lat mniej więcej sześćdziesiąt; na wielkiej arenie myśli wszechludzkiej dostrzeżemy zastój i niepowodzenie w nauce o elektrycznych i magnetycznych zjawiskach. Pomimo Coulomba, pomimo wielkiego Ampère'a, pomimo Poissona, pomimo doktryny energji, głoszonej przez Helmholtza i Lorda Kelvina, pomimo Faradaya (którego nie rozumiano), pomimo prac szkoły niemieckiej: Gaŭssa, Webera, Neŭmanna, Riemanna, Clausiusa-

właściwa, uporządkowana nauka o elektrycznych i magnetycznych zjawiskach nie istniała. Wówczas James Clerk Maxwell wystąpił na scenę i stworzył Elektromagnetyczną Teorję; a myśli ludzkiej tym czynem dał tak wielki impuls, że fala, która się od niego poczęła, która po kilkakroć razy rozdarła już dawne granice Nauki, otwierając nowe rozdziały rzeczywistości, nie jest jeszcze i dziś wyczerpana. Oto już podmyła fundamenta Dynamiki, Leges Motûs Newtona w zasadzie uniosła; w naszych oczach zwróciła się ku podstawom przyrodniczego myślenia, ku pojęciom bezwładności i ruchu, przestrzeni i czasu, próżni, materji, energji, wszechświata; w naszych oczach przekształca je i przeistacza.

Spróbujmy pójść za Maxwellem przez rozległy obszar Elektromagnetycznej Teorji, choćby tylko w najogólniejszych zarysach. Poznajemy już w Elektrostatyce niektóre narzędzia Maxwellowskiego myślenia. Poznajemy w niej fakt istnienia pola elektrycznego i miarę jego natężenia w każdem miejscu, wektor elektryczny. Uczymy się wyrażać mechaniczne zdolności i własności pola za pomocą tego wektora; elektryczne własności opisujemy za pośrednictwem innych wektorów, od których " ilości elektryczności " czyli ładunki, starodawne quanta fluidów elektrycznych, w prosty sposób zależą.

Niejako na skrzyżowaniu obu widoków pola, mechanicznego i elektrycznego, dostrzegamy t.zw. stałą dielektryczną lub elektryczną zdolność lub podatność materji, charakterystyczną własność substancji, w której dane pole elektryczne istnieje.

Zjawiska prądu, tak zwane elektrokinetyczne zjawiska, wyrażamy również przy pomocy pojęć nielicznych i prostych. Polegają one (według Maxwella) na relaksacji czyli zluźnianiu się pola elektrycznego i na jednoczesnem wzniecaniu tego pola, dokonywanem przez obce źródła energji. Jeżeli te źródła (naprzykład cieplne, chemiczne i t.p.) dostarczają w jednostce czasu tyle energji, ile jej zużywa dysypacja zluźniania, prąd wówczas jest „stacjonarny", jest trwały. W obwodzie ogniwa mamy prąd, który (idealnie lub przybliżenie) mógłby być trwały; w obwodzie, przez który wyładowywa się kondensator, obserwujemy prąd przemijający, albowiem w tym razie elektryczna energja nie jest odnawiana, wyczerpuje się zaś, zamieniając się w ciepło. Zatem, oprócz znanego już z Elektrostatyki uniwersalnego elektrycznego wektora, głównem pojęciem, którem posługujemy się w Elektrokinetyce, jest t.zw. prąd albo natężenie prądu, miara elektrycznych skutków uważanego zjawiska. Rozpraszające własności substancji, w której zluźnia się pole, charakteryzuje znów jedna prosta stała, t.zw. elektryczny „czas relaksacji". Przewodnictwo elektryczne znaj-

duje się na skrzyżowaniu pojęć prądu i elektrycznego wektora; zależy ono w prosty sposób od elektrycznego czasu zluźniania.

II

Zatrzymajmy się tutaj na chwilę; skorzystajmy ze sposobności, azeby poznać charakter dzieła, które pozostawił nam Maxwell. Treścią jego teorji jest zwięzłe i ogólne wypowiedzenie prawidłowości, dostrzeżonych w dziedzinie elektromagnetycznych zjawisk; rysuje ona nam obraz tej dziedziny, utworzony drogą stopniowego, coraz dalszego uogólniania. Obraz ten zatem jest nadzwyczaj abstrakcyjny; ale przecież, w ostatniej instancji, został podyktowany przez doświadczenie. Możemy nazwać go "fenomenologicznym", jeżeli dbamy o podobne "uczenie brzmiące nazwy".

Ale Maxwell nie był człowiekiem jednej, choćby wspaniałej umysłowej konstrukcji; na to był za genjalny. Nie był zdolny zbudować pięknych gmachów, w stylu czystym konsekwencji logicznej. Symetryczne i zrozumiałe bywają ludzkie systematy, obmyślane bywają składnie i ściśle i z nieskazitelnem zamiłowaniem porządku; ale Natura nie jest symetryczna, nie jest oczywista, nie jest porządna ani (po naszemu) logiczna. Maxwell patrzał w Naturę; patrzał w nią

przenikliwie, gdyż był myślicielem; patrzał na nią z wysoka, albowiem był mistrzem. Pozostawił nam coś innego niż opis.

Wyobraźmy sobie obwód, w którym znajduje się ogniwo. Mamy prąd wszędzie: w każdem miejscu ogniwa, w każdem miejscu przewodnika, który ogniwo do obwodu dopełnia. Rozważajmy teraz przypadek (o którym już wspominaliśmy) rozbrajającego się kondensatora. Dopóki prąd trwa, dostrzegamy go w każdem miejscu obwodu łączącego okładki, dostrzegamy go w każdem miejscu okładek; ale w dielektryku, oddzielającym od siebie okładki, nie dostrzegamy prądu, w codziennem znaczeniu tego wyrazu; t. j. nie dostrzegamy prądu przewodzonego. Maxwell rozszerza ~~pojęcie~~ pojęcie prądu przewodzonego; uzupełnia je pojęciem prądu dielektrycznego, który wyobraża sobie w każdem miejscu dielektryka. W każdej chwili i w każdem miejscu prąd przewodzony zależy od stanu pola, zatem od chwilowej i miejscowej wartości elektrycznego wektora; prąd dielektryczny zależy od szybkości, z jaką pole w dielektryku zmienia się z biegiem czasu. Pojęcie dielektrycznego ~~[illegible]~~ prądu jest pożyteczne w celu utrzymania logicznej ciągłości; dopomaga nam do odnalezienia brakującego ogniwa w łańcuchu praw elektromagnetycznych. Ale Maxwell nie dąży zazwy-

czaj do wytwornego zaokrąglenia rachunków; dąży on zawsze do uchwycenia ustroju Natury. Maxwell twierdzi, że prąd dielektryczny wytwarza dokoła pole magnetyczne, zupełnie tak samo jak wytwarza je prąd przewodzony. Oto krok nadzwyczajnej śmiałości; a następstwa jego są zdumiewające. Rzutem intuicji domyślił się Maxwell istnienia w Naturze (nieznanego wówczas) zjawiska, które jest pierwszorzędnym składnikiem jej mechanizmu. Tym sposobem Maxwell położył kamień węgielny pod budowę jednego z najpiękniejszych dzieł myśli ludzkiej: Elektromagnetycznej Teorji Światła i Promieniowania.

III

Zjawiska elektromagnetycznej indukcji, przez Faradaya odkryte, zostały przez Faradaya streszczone w proste prawidło. Gdzie zmienia się z czasem pole magnetyczne, tam, w tem miejscu i dokoła tego miejsca istnieje wektor elektryczny, istnieje pewne pole elektryczne; czy dzieje się to w przewodniku, w dielektryku, choćby nawet i w próżni, pewien rozkład elektrycznego wektora w przestrzeni jest zawsze złączony ze zmiennością w czasie pola magnetycznego. Gdy jednak zmienia się z czasem pole

magnetyczne, powstaje pole, które jest elektrycznem lecz wcale nie jest elektrostatycznem polem; jest to owszem pole nie istniejące w polu elektrostatycznem; pole elektrostatyczne w niem nie istnieje; te dwa gatunki pól mogą istnieć w tem samej dziedzinie spółczesnie, mogą się dodawać do siebie, ale nie plączą się, nie krzyżują i nie wikłają się z sobą.

Przyjmijmy teraz hypotezę Maxwella o polu magnetycznem towarzyszącem wszelkiemu dielektrycznemu prądowi; łatwo widzimy, że ona jest dokończeniem Faradayowskiego prawa indukcji, niejako jego odbiciem w zwierciedle symetrji. Powiedzieliśmy istotnie, że prąd dielektryczny zależy od zmienności w czasie pola elektrycznego; zatem, według hypotezy Maxwella, rozkład w przestrzeni magnetycznego wektora jest zawsze związany ze zmiennością w czasie pola elektrycznego. Magnetyczne pole, powstające, gdy pole elektryczne z biegiem czasu się zmienia, nie jest znów polem magnetycznem statycznem, jest polem odmiennem, niezależnem od statycznego, niezdolnem do zakłócenia jakiegobądź statycznego. Symetrja dwóch uogólnień, które teraz poznaliśmy (dwóch głębokich prawd, na których wspiera się teorja Maxwella) jest zupełna w próżni lub doskonałym

izolatorze; w ciałach materjalnych przewodzących symetrja jest niedoskonała, ponieważ do prądu elektrycznego przewodzonego niema analogji w magnetycznych zjawiskach.

Dostrzegliśmy teraz fakt fundamentalny w Elektromagnetycznej Teorji; możemy go jak następuje wysłowić. Niezmienne pole elektryczne może istnieć bez magnetycznego; niezmienne pole magnetyczne może istnieć bez elektrycznego; pola statyczne są od siebie wzajemnie niezależne. Lecz skoro tylko którebądź jedno poczyna z biegiem czasu się zmieniać, drugie pole, w tem samem miejscu, w tej samej chwili, pojawić się musi. Jedno pole bez drugiego może istnieć, ale nie może zmieniać się bez drugiego. Oto własność główna pola elektromagnetycznego, która odrazu porządkuje wiedzę elektrycznych i magnetycznych zjawisk, wyjaśnia tradycyjny jej ustrój, tłomaczy historyczny przebieg rozwoju tej nauki, wiadomy nam z dziejów.

Wzajemne splecenie obu pól, gdy są zmienne, objaśnia również wewnętrzną treść zjawiska, zwanego falą elektromagnetyczną. Zmienne pole elektryczne szerzy dokoła pole magnetyczne; zmienne pole magnetyczne szerzy dokoła pole elektryczne; obadwa zatem pola, towarzysząc sobie, mogą w przestrzeni biec wspólnie, z niezmierną prędkością. Jeżeli ośrodek jest dosko-

nałym izolatorem (lecz takim naprawdę jest tylko próżnia), energja elektromagnetyczna nie wyczerpuje się wówczas dyssypacją, fala biegnie bez straty, bez hamulca, bez końca. Zaburzenie, które poczęło się, naprzykład, na jakiemś słońcu wspaniałem, tętni falą, w otchłani próżni przestrzennej, przez lat dziesiątki lub setki, zanim, ułamkiem maleńkim, w układzie gwiazdy dość niepozornej, na drobnej, ciemnej, błotnistej planecie, uderzy o organ wzrokowy istoty myślącej.

Zgoła inaczej dzieje się w przewodzącym ośrodku. W srebrze metalicznem, naprzykład, już po przebyciu drogi wynoszącej jedną stutysięczną część centymetra, natężenie fali elektromagnetycznej, zwanej w Optyce żółtą lub „sodową", zmniejsza się tak znacznie, iż wynosi nieco mniej niż jedną dwutysięczną część pierwotnego natężenia. Mawiamy więc pospolicie, że srebro jest „nieprzezroczyste".

IV

O istnieniu pól elektrycznych wnosimy z objawiania się sił, wywieranych na każde elektrycznie naładowane ciało, które wnosimy do pola. Działalność tych sił, które nazywamy elektrycznemi, jest oznaką istnienia pól, którą spostrzegamy najłatwiej; zwy-

czają zatem koleją myślenia, bierzemy te siły, najprzód za cechę i miarę, później za treść i za istotę pola. Co jest istotą elektrycznego, lub magnetycznego, pola? na czem pierwsze lub drugie może polegać? są to zapewne próżne, źle postawione pytania. Poznajemy w nauce tylko wiązania między wydarzeniami Natury. Tworząc pojęcie pola elektrycznego, tworząc pojęcie pola magnetycznego, pragniemy, niezawsze świadomie, skojarzyć objawianie się w polu pewnych sił ze wszystkiem innem, co potrafimy później powiedzieć o polu.

Dwa zasadnicze wektory, elektryczny i magnetyczny, wystarczają do opisania elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych stanów próżni, we wszystkich zjawiskach, które są nam znane dotychczas. Wektory te są elementami rozumowania i rachowania w Elektromagnetycznej Teorji, podobnie jak prędkości i siły w Dynamice, odkształcenia, ciągnienia i ciśnienia w Teorji Sprężystości i Hydrodynamice, podobnie jak temperatury w Teorji przewodnictwa cieplnego. Przypuszczamy istnienie elektrycznego i magnetycznego wektora w przypadkach, w których niepodobna byłoby pola stwierdzić lub zmierzyć; postępujemy w ten sposób, ażeby przebyć drogę, wiodącą od pierwszych założeń do wniosków, które możemy poddać doświadczalnemu sprawdzeniu. Stąd wnosimy ponownie,

że wektor elektryczny i magnetyczny są pośredniczącemi ogniwami w łańcuchu rozumowań, że są istotnie tylko pomocniczemi narzędziami myślenia, nie są zaś bynajmniej niezależną od nas rzeczywistością.

Istotne podstawy dzisiejszej nauki o elektromagnetycznem polu zawdzięczamy w całości genjuszowi Maxwella; jego nieśmiertelne prace, ogłoszone pomiędzy 1864 a 1873 rokiem, zawierają wszystkie myśli przewodnie tej teorji, wyłożone z jasną i spokojną świadomością potęgi dokonanego uogólnienia. Ale matematyczna postać konstrukcji nie była jeszcze ostateczna w pismach Maxwella; była niewykończona, po części była zawilsza niż tego wymagała właściwa treść dzieła. Poynting, Fitzgerald, zwłaszcza zaś Heaviside i Hertz uporządkowali, rozwinęli a nawet i uprościli teorję Maxwella; dzięki pracy tych znakomitych uczonych równania pola elektromagnetycznego (których treść już nam jest znana) uzyskały wyjątkowe znaczenie, które do dzisiejszego dnia posiadają.

Czy te zasadnicze równania wymagają dowodu? W dosłownem znaczeniu wyrazu, udowodnienie twierdzeń tak bardzo rozległych nie jest możliwe. Możemy zasadzać te prawdy na stopniowem uogólnianiu pochodzących z doświadczenia założeń; możemy je popierać analogjami, wyprowadzanemi z zasad Dynamiki; mo-

żemy porównywać je a posteriori z wynikami doświadczalnego badania; wszystkie takie metody postępowania mają wysoką wartość dydaktyczną i historyczną, lecz nie stanowią właściwego dowodu. Równania Maxwella wypowiadają fakt naturalny conajmniej równie ogólny i pewny jak założenia, które musimy obrać za punkt wyjścia, pragnąc dojść do nich.

Czy równania pola elektromagnetycznego są ścisłe? Nie możemy odpowiedzieć stanowczo na to pytanie. Rozwój Teorji Promieniowania, rozbiór prawidłowości dostrzeganych w widmach linjowych doprowadza nas dzisiaj do powątpiewania o ścisłości i ogólności równań Maxwella; lecz powinniśmy wyznać, że w tych zagadnieniach nauka znajduje się jeszcze wobec niepokonanych dotychczas trudności.

V

Przed chwilą mówiliśmy, że elektryczne przewodnictwo pewnego ciała przewodzącego, np. srebra, jest miarą dyssypacji, której pole elektryczne w tem ciele ulega. Ale fala światła żółtego jest falą elektromagnetyczną i przezroczystość srebra dla tego światła jest także niejaką miarą dyssypacji, której pole tej fali w srebrze ulega. Znając zatem przezroczystość srebra dla żółtego światła, można obliczyć przewodnictwo srebra dla prądów objętych biegiem

takiego falowania. Rezultat rachunku jest następujący: przewodnictwo srebra dla prądów, zawartych w fali żółtego promieniowania, ma się do zwyczajnego (t. zw. Ohmowskiego) przewodnictwa, które mierzymy przy pomocy prądu ogniwa, jak 6 do 10 000.

Możnaby zarzucić, że warunki, w dwóch powyższych przypadkach, są bardzo odmienne. Prąd płynący z ogniwa jest trwały lub powoli zmienny. Prądy, które są implikowane w fali światła żółtego, w srebrze biegnącej, są zmienne z niesłychaną szybkością; w czasie tysiąc miljonów miljonów (czyli 10^{15}) razy krótszym od sekundy, prąd tej fali narasta od zera do największej wartości i spada znowu do zera, poczem zmienia kierunek, znowu narasta i znowu powraca do zera. Zjawiska w obu razach są zatem istotnie bardzo odmienne. Ale, według teorji Maxwella, przewodnictwo nie jest cechą zjawiska; jest raczej własnością substancji, gatunku materji, w której odbywa się zjawisko. Według Maxwella przewodnictwo srebra może zależeć od temperatury, od gęstości lub stanu odkształcenia metalu; ale nie powinno zależeć od częstości, z którą pole zmienia się z czasem. Wynik rachunku sprzeciwia się zatem*) istotnie jednej z hypotez teorji Maxwella.

* Teorja Maxwella odbiega jeszcze jaskrawiej od rzeczywistości niż tu w uproszczeniu podaliśmy.Ażeby zachować założenia tej teorji w optyce ciał metalicznych, musielibyśmy poczytywać przewodnictwo (a także zdolność

VI

Według nauki determinizmu zjawiska, dostrzegane w pewnym układzie, są bezpośrednio rządzone przez tak zwane integralne prawa układu; prawa zaś integralne są następstwem, które wynika z dwóch źródeł: po pierwsze z praw elementarnych uważanego rodzaju zjawisk; po wtóre z ogółu cech i własności danego układu, które mogą objawić się w tym rodzaju zjawisk, czyli z t. zw. kollokacji układu, jak krótko i szczęśliwie wyraził się, przed laty, Dr Chalmers.

Integralne prawa zjawisk, dostępnych naszemu bezpośredniemu dostrzeganiu, są prawie bez wyjątku bardzo zawiłe. Naprzykład ruch księżyców i planet w układzie słonecznym; przewodnictwo ciepła w kuli naszej ziemskiej; drganie dzwonu, gdy rozsyła fale głosowe w otaczające powietrze; chwiejba piętrzących się, zalewających się wzajemnie fal morskich; podmuchy, prądy, wiry i wichry burzliwej i zmiennej, zawierającej nas atmosfery — wszystkie te zjawiska są nadzwyczaj zawiłe. A jednak mówimy, że

elektryczną) nietylko za zmienne lecz za zespolone wielkości. Wypadek taki (rachunkowo, jako prosta umowa, dogodny) w istocie rzeczy oznacza, że, poczynając od pewnej częstości, teorja wypowiada usługi. Wiemy dzisiaj pewnie, w jakich długościach fali założenia Maxwella stają się widocznie niezdolne do oddania faktycznych własności metali.

elementarne prawa tych zjawisk są proste. Mówimy, że prawo Newtona o powszechnem ciążeniu ciał materjalnych, że prawo Fouriera o płynięciu ciepła, że prawa Hydrodynamiki, Aerodynamiki, sprężystości ciał stałych są proste; tylko kollokacja układów, w których odbywają się te zjawiska, jest zawiła. Zważmy jednak, że za prawa elementarne poczytujemy różniczkowe prawa zjawisk tylko dopóty, dopóki one są proste. Tak postępując, kierujemy się rodzajem zdrowego instynktu. Gdyby elementarne prawa były zawiłe, nie spełniałyby swego właściwego zadania; musielibyśmy je podejrzewać, że w gruncie rzeczy są jeszcze integralnemi prawami; musielibyśmy mniemać, że tkwi w nich jeszcze jakowaś kollokacja.

Według klasycznej postaci teorji Maxwella, prawa prądów, dielektrycznych czy przewodzonych, są proste. Według Maxwella są to prawa elementarne. Skoro okazało się, że te prawa tylko w ograniczonym zakresie są proste, wogóle zaś (zatem w istocie) są niezmiernie zawiłe, przestały natychmiast uchodzić za elementarne. Odtąd były podejrzane o ukrytą kollokację. Potrzeba nam było odnaleźć w nich kollokację; znaleźliśmy ją rzeczywiście pod przywództwem genialnego holenderskiego badacza Henryka Antoniego Lorentza. Teorja elektronów znalazła nowe prawa elementarne zjawisk elektromagnetycznych oraz nową, stosowną kollokację.

Przyglądając się pochodowi badania, może nieco odzewnątrz, dostrzeżono wzrost i zwycięstwo teorji elektronów na tle odkrycia Zeemana, na tle poznania zjawisk ionizacji w ciałach gazowych, lepszego pojmowania procesu elektrolizy oraz promieni katodowych, nareszcie na tle wiekopomnego odkrycia promieniotwórczości. Mówiąc o elektronach, przywykliśmy powoływać się na te, pełne momentu dowody. Ale opisywano je tyle razy, opowiadano tak zajmująco, objaśniano tak zręcznie, że zabrakło nam tutaj odwagi, by pójść jeszcze raz tą samą drogą i powtórzyć opowieść, której nie zdołalibyśmy dorównać. Postawiliśmy sobie odmienne zadanie. Pragnęliśmy wskazać wewnętrzny, logiczny sens ewolucji Elektromagnetycznej Teorji; pragnęliśmy czytelnika przekonać o tem, że Maxwellowska postać teorji zawierała w sobie, niejako w przygotowaniu, następne stadjum myślenia, które łączymy z nazwiskiem Lorentza.

VII

Lorentz, Larmor, J. J. Thomson a za nimi dzisiaj wszyscy spółcześni uczeni poczytują elektromagnetyczne zjawiska za zjawiska tłumne; sądzą, że one wynikają ze spółistnienia (w zakresach zazwyczaj dostępnych badaniu) olbrzymiej liczby pól elementarnych, pól domniemanych, których hypotetyczne prawa

mają być proste. Znamy dwa rodzaje pól: elektryczne i magnetyczne. Każde pole ma posiadać swoje niejako ognisko, w którem jest skupione. Istnienie pola przypisujemy zazwyczaj istnieniu ogniska; lecz równie słusznie moglibyśmy myśleć i wyrażać się wprost przeciwnie: istnienie ogniska moglibyśmy przypisywać istnieniu pola. Jakkolwiek znamy dwa rodzaje pól, zadawalniamy się zwykle hypotezą jednego rodzaju ognisk, hypotezą elektronów, ognisk pól elektrycznych; istnienie pól magnetycznych sprowadzamy do zmienności pól elektrycznych; obrazowo mówiąc, tłomaczymy pola magnetyczne pewnym rodzajem ruchu, którym elektrony ożywione być muszą. Elektrony znamy w fizyce oddawna, mianowicie elektrony ujemne, elementarne jednostki ujemnego ładunku; o ich własnościach wnosimy na zasadzie zjawisk elektrolizy, ionizacji, t.zw. katodowych promieni, przemian promieniotwórczych; procesów fotoelektrycznych, zjawisk optycznych i innych. Skoro istnieją jednostki elementarne ujemne, muszą również istnieć dodatnie; nazywamy je dzisiaj atomowemi jądrami. W zjawiskach chemicznych, w zjawiskach widmowych (por. str.) zaczynamy uczyć się pojmowania ~~[illegible]~~ (jąder; zdumiewające odkrycia Sir Ernesta Ru-
(własności atomowych)

therforda wskazują, że możemy kruszyć jądra; z dalszych badań dowiemy się czegoś zapewne o wewnętrznej budowie tych pierwotnych składników chemicznego atomu.

Elektron jest to mała, ograniczona dziedzina (lecz bynajmniej nie punkt geometryczny), mająca własność zadziwiającą: okazuje pewien skończony, dokładnie dziś znany, ujemny elektryczny ładunek; czemu ten ładunek nie rozprasza się we wszystkich kierunkach przestrzeni, czemu elektron nie wybucha, tego nie umiemy powiedzieć. Wyobraźmy sobie, że elektron porusza się, wraz z ładunkiem, który w sobie zawiera. Poruszający się ładunek jest równoważny elektrycznemu prądowi; wszakże najpierwszą czynnością prądu jest, iż przenosi ładunki. Poruszający się elektron działa zatem jak pewien skończony, słaby prąd, płynący w wiadomym kierunku; jak każdy prąd, wytwarza on pole magnetyczne w swojem sąsiedztwie. Oto jest ważne twierdzenie; zobaczmy, co z niego wynika.

VIII

Powiedzieliśmy, że ruch elektronu jest równoważny pewnemu elektrycznemu prądowi. Według Lorentza, wszelki wogóle prąd przewodzony polega wyłącznie na płynięciu strumieni elektronów.

Wyobraźmy sobie jakikolwiekbądź metal; jest to ciało, którego atomy nie troszczą się o elektrony, nie potrafią trzymać ich na uwięzi. Jeżeli w metalu objawia się pole elektryczne, elektrony wyzwalają się z atomowego związku i skrępowania, podpadają pod wpływ pola i jak ptaki, gromadnemi stadami ciągną za jego apelem; gdyby nie spotykały się co chwila z gęsto rozsianemi atomami metalu, elektrony, biegnąc w polu, nabierałyby rychło rozpędu, są bowiem bezwładne. Ale atomy hamują impet elektronów, krzyżują ich drogi, rozsypują ich szyki, rozpraszają elektrony w rozmaitych kierunkach, odbierają im uzyskaną od pola energję; oto koercja czyli wyrównawczy mechanizm, oto niwelująca czynność tłumu materjalnych atomów.

Przypuśćmy, że pole jest powoli zmienne; przypuśćmy, że, oscylując wciąż koło zera, naprzykład sto razy na sekundę zmienia kierunek. W czasie wynoszącym jedną setną część sekundy, elektron odbywa olbrzymią liczbę spotkań z atomami metalu; czas jego średniej drogi swobodnej, upływający pomiędzy dwoma kolejnemi spotkaniami z którymkolwiek atomem, jest nadzwyczaj krótki w porównaniu do setnej części sekundy. Zanim więc elektryczne pole zdoła istotnie się zmienić, elektrony mają możność przy-

swojenia sobie jego energji, mają możność bezpiecznego przekazania jej atomom metalu. Względem pól tej częstości, mechanizm koercji okazuje się doskonale ruchliwy i zwrotny; do pól powoli zmiennych mechanizm ten jest zawsze dostosowany. Dostrzegamy zatem zjawiska dyspacji proste, ich prawa wydają się trwałe i ścisłe, niezależne od częstości zmian pola; mamy pozory przewodnictwa niezmiennego, wrodzonego substancji, w której prąd płynie.

Przypuśćmy powtóre, że pola są nadzwyczaj szybko zmienne, że migawkowo mijają; i przypuśćmy, że okres perjodycznej zmienności pola, ~~przypuśćmy~~ naprzykład w srebrze, wynosi 1/10[15] sekundy lub jest jeszcze krótszy. Czas drogi średniej swobodnej elektronów śród atomów srebra jest porównywalny do tak krótkiego okresu. Zanim elektrony zdołają nadążyć, zanim nabędą rozpędu, zanim ukończą należytą grę działania i oddziaływania z atomami metalu, pole już zmienia kierunek, już woła elektrony i pociąga je w stronę przeciwną, już niszczy robotę, którą rozpoczęło było przed chwilą. Wobec pól tak szybko zmiennych, mechanizm koercji okazuje się zbyt ociężały; wprawdzie nieustannie rozpoczyna swą czynność, ale ta czynność wciąż się urywa, niedokończona; koercja, nigdy w całości nie do-

puszczona do głosu, nie wywiera wpływu, który wywrzeć byłaby zdolna. Dlatego srebro pochłania o wiele słabiej falę biegnącego przez nie żółtego światła aniżeli powinno według teorji Maxwella.

Nie rozumiejmy (rzecz prosta) dosłownie illustracji, którą tu przytoczyliśmy; optyczne własności metalu zależą z pewnością nie tylko od czasu trwania swobodnych dróg elektronów, torujących sobie drogę pośród zgromadzenia atomów; ukryty w metalu atomistyczny mechanizm zawiera niewątpliwie inne możliwości, inne niespodzianki.

IX

Przenieśmy się w myśli do odmiennego przypadku; wyobraźmy sobie ciało nieprzewodzące, dielektryk, jak zwykle mawiamy, np. szkło, alkohol, tlen albo wodór. Poddajemy je działaniu statycznego pola elektrycznego, niezmieniającego się z czasem. Co dzieje się w dielektryku? Wyobraźmy sobie elektrony w cząsteczkach szkła, alkoholu, tlenu, wodoru; wyobraźmy je sobie w atomach wchodzących w skład tych cząsteczek. Elektrony te nie są swobodne jak w metalach; pod wpływem pola nie mogą daleko szybować, nie mogą odbiegać w międzycząstkowe przestworze; gdyby mogły, ciało byłoby przewodnikiem. Nazwijmy je dla krót-

kości „związanemi” elektronami.

Wyobraźmy sobie najprostszy model atomu; przypuśćmy, że elektron ujemny krąży dokoła dodatniego jądra. Poddajemy ten układ działaniu elektrycznego pola; ono pociąga jądro lub je popycha, jednocześnie popycha elektron lub go pociąga. Tem działaniem ruch elektronu został zakłócony; pod łącznym wpływem działającego pola i sił czynnych pomiędzy elektronem a jądrem ustanawia się inny rodzaj ruchu, nowy tor, nowe krążenie. Przy pomocy pojęcia t. zw. polaryzacji wyrażamy skutki pola, niejako jego powodzenie w danym dielektryku; jest to oczywiście statystyczne pojęcie, zależne od stanu i ruchu ogółu atomów, wynikające z orbit średnich, z przeciętnych sposobów obiegu. Dopóki pole jest niezmienne, dopóki nowe orbity są zataczane w sposób naogół niezmienny, polaryzacja jest stała i jej stosunek do pola jest stały; t. zw. elektryczna zdolność ośrodka wydaje się wrodzoną własnością dielektrycznej substancji.

Przypomnijmy sobie, jak odbywają się drgania w sprężystym materjalnym układzie, który został pobudzony lub perjodycznie bywa pobudzany do ruchu. Przypuśćmy, że np. kamerton, sprężyna lub dzwonek drga dobrowolnie, pod wpływem jednorazowej jakieś pobudki; takie drgania są dziełem sił wewnętrznych sprężystych i bezwład-

ności; nazywamy je *własnemi* lub *swobodnemi* drganiami układu. Drgania własne, w układach odosobnionych, odbywają się w okresach, zależnych tylko od budowy, od urządzenia układu. Inaczej dzieje się, gdy drgania odbywają się pod wpływem siły zewnętrznej, perjodycznie (pobudzającej układ). ~~[illegible]~~. Siła zewnętrzna narzuca drganiom układu rytm własnej zmienności; drgania idą w takt siły, odbywają się pod jej komendą, dlatego zasługują na nazwę drgań *wymuszonych*, którą im nadajemy. Częstość drgań wymuszonych jest zatem równa częstości wahania się siły wymuszającej; ale amplituda drgań wymuszonych nie jest wyłącznie zależna od amplitudy tej siły; zależy ona nadto od obu charakterystycznych częstości: od częstości drgań własnych i od częstości zmian siły zewnętrznej. Może wydarzyć się, iż częstości te są sobie równe. Wówczas działanie siły zewnętrznej, zgodne z wrodzoną układowi skłonnością, nie napotyka przeszkody i rozwija się w pełni; amplituda drgań może wówczas zwiększać się z czasem, układ może drgać coraz żywiej; gdyby nie sprzeciwiały się opory i tarcia, układ mógłby rozdrgać się poprostu bezmiernie. Przykłady wydarzania się zjawisk podobnych, zwanych *rezonansją* albo *oddźwiękiem*, są niemal codzienne.

Przypuśćmy, że w dielektryku fala świetlna przedziera się przez zbiegowisko atomów. Taka fala jest elektromagnetycznem polem, które oscylluje, które bije w takt szalonej częstości. W atomach dielektryka rozpoczynają się drgania; nie przerywając obiegów dokoła dodatnich jąder, elektrony wahają się względem poprzednich swych orbit. Takie dokoła ruchów odbywające się wahania są podobne do zwykłych, koło położeń równowagi dokonywanych drgań, do których w Teorji Sprężystości i w Akustyce przyzwyczajeni jesteśmy; podobnie jak zwykłe drgania, i te ogólniejsze mogą być swobodne, bądź też wymuszone. Weźmy na uwagę drgania wymuszone; jednocześnie wprawdzie odbywają się drgania swobodne, ale możemy je chwilowo zaniedbać. Skutkiem drgań wymuszonych, polaryzacja dielektryka zmienia się, perjodycznie jak pole, z tą samą częstością. Częstość zmian polaryzacji jest zatem równa częstości fali; ale amplituda polaryzacji, jak wynika z poprzednich objaśnień, zależy nietylko od amplitudy fali, lecz także od jej częstości. Zauważmy to pilnie: stosunek polaryzacji do natężenia pola fali jest (w tym samym dielektryku) rozmaity, zależy mianowicie od częstości zmian pola czyli od długości fali lub (jak subjektywnie mówimy) od barwy.

Wahania pola, drgania elektronów stanowią (jedne i drugie)

prądy dielektryczne; wytwarzają zatem (jedne i drugie) pola magnetyczne w swojem sąsiedztwie. Te pola są perjodycznie zmienne; wytwarzają one pola elektryczne, również perjodycznie zmienne. Tym sposobem w łonie dielektryka szerzy się fala.

Ażeby to lepiej zrozumieć, spróbujmy na chwilę unicestwić jądra dodatnie i elektrony; spróbujmy precz odrzucić materjalne atomy. Znika wówczas polaryzacja, ale pole elektromagnetyczne nie znika i po dawnemu zmienia się perjodycznie. Znikają tylko prądy dielektryczne, które wynikały z drgań elektronów; pozostałe prądy, które zależą od wahań pola, nadal istnieją. Odrzucając jednak elektrony i jądra, otrzymaliśmy próżnię; przeobraziliśmy dielektryk w puste przestworze, w eter, jak dawniej mówiono. Powiadamy więc: w próżni fala rozbiega się tylko dzięki wahaniom pola elektrycznego i magnetycznego. Prędkość fali, biegnącej w próżni takim sposobem, nie zależy wcale od częstości fali, jest jednakowa dla fal krótkich i długich; jest to prędkość stała, powszechna, dokładnie nam znana; jest to ~~[illegible]~~ miara głęboka, którą Twórca Natury wyrył w jej całej osnowie.

Przywróćmy teraz napowrót do istnienia jądra dodatnie i elektrony z niemi w atomach związane. Próżnia staje się ciałem dielektrycznem, pojawia się polaryzacja, drgania elektronów odbywają

się podług nakazu przebiegającej fali. Podsycana przez ten podwójny mechanizm, fala szerzy się teraz z inną prędkością; na prędkość tę wpływa udział polaryzacji, która wplata się w grę wzajemnego na siebie działania pól elektrycznych i pól magnetycznych. Zważmy, że ów spółudział polaryzacji w mechanizmie zjawiska wpływa rozmaicie, czyli wyróżniająco, na prędkość fal rozmaitej długości; istotnie, stosunek polaryzacji do natężenia pola, w przypadku fal rozmaitej długości, jest rozmaity, jak to przed chwilą widzieliśmy. Z winy zatem polaryzacji, fale krótkie i długie biegną w dielektryku z różną prędkością.

Gdy w pewnym materjalnym ośrodku fala biegnie z inną prędkością niż w próżni, mówimy wówczas, że fala w ośrodku załamuje się; powiadamy, że spółczynnik załamania tej fali, w uważanym ośrodku, różni się od jedności. Takiego rozumienia zjawisk załamania oddawna nauczył nas Huygens, który wykazał, że spółczynnik załamania światła w materjalnym ośrodku jest stosunkiem prędkości rozchodzenia się fali w próżni do prędkości jej rozchodzenia się w uważanym ośrodku. Wypowiadamy więc ostateczny nasz wniosek, w języku Optyki, jak następuje:

z winy polaryzacji, więc z winy elektronów i jąder dodatnich, spółczynnik załamania światła w dielektrycznym ośrodku jest niejednakowy dla fal krótkich i długich. Oto jest treść zjawiska, zwanego w Optyce dyspersją; badanie tego zjawiska wypełnia bogaty rozdział pięknej nauki Optyki.

X

Jednem z najświetniejszych śród tylu odkryć, których dokonał Michał Faraday, było, jak on sam wyrażał się, niejasnem przeczuciem wiedziony, że można „magnesować światło"; że można „oświetlać linje sił magnetycznych" (1845 r.). Powiadamy dziś dokładniej jak następuje: gdy linjowo spolaryzowana fala świetlna biegnie przez materjalny ośrodek w kierunku linij sił obcego zewnątrz narzuconego pola magnetycznego, płaszczyzna polaryzacji tej fali okręca się dokoła kierunków linij sił pola. Zjawisko, które tu opisaliśmy, nazywa się „efektem Faradaya."

Możemy wytłomaczyć dziś bez trudności efekt Faradaya. Wiemy od czasu A. Fresnela, że falę świetlną linjowo spolaryzowaną, o niezmiennem skierowaniu płaszczyzny polaryzacji, można poczytywać za wynik spółdziałania dwóch fal, kołowo i przeciwnie spolaryzowanych, które biegną w ośrodku z tą samą prędkością. Przypuśćmy, że dwie fale, spolaryzowane przeciwnie kołowo, biegną w ośrodku z jakiejkolwiek przyczyny z rozmaitą prędkością; uznamy wówczas, że płaszczyzna polaryzacji powstającej fali (linjowo spolaryzowanej) wykręca się coraz bardziej, dokoła kierunku rozchodzenia się, im fala posuwa się dalej. Według Teorji Elektronów, prędkość dwóch fal spolaryzowanych kołowo, ale w kie-

runkach przeciwnych, musi istotnie być różna, gdy fale te biegną w kierunku linij sił (obcego) pola magnetycznego. Przyczyną różnicy jest działanie pola magnetycznego na poruszające się elektrony, działanie, które oczywiście nie jest symetryczne w przypadku wspomnianych dwóch fal kołowo spolaryzowanych.

XI

Trudności, niejasności, założenia dowolne lub sprzeczne są wszędzie widoczne w teorji elektronów i dodatnich jąder, w teorji elektromagnetycznych zjawisk, w elektromagnetycznej teorji budowy materji. Ale niejasności nie zgubiły jeszcze żadnej naukowej teorji. Owszem, szczerze wyznajmy, że doskonale jasnemi bywają zazwyczaj już wyczerpane teorje. Płodne i żywe teorje, w naszej nauce, nie bywają wyprowadzane z jakowegoś wszechpotężnego aksjomatu drogą czystej, logicznej dedukcji, lecz, bez wyjątku, są intuicyjne. Teorja elektronów, teorja budowy atomu są także intuicyjne. Jak wszyscy wielcy mistrze w rozumieniu Natury, Lorentz, Rutherford, Bohr w swych teorjach przypuścili tylko tyle, ile było koniecznie potrzeba przypuścić; bardzo wiele pozostawili w zawieszeniu (w ciemności). Powiedzą nam, być może, że resztę pozostawili do wyświetlenia następcom. Lecz o zadaniu naukowych teorij

wypada może inaczej rozumieć. Przyrównano je dawno do czasowych rusztowań, które, ku ułatwieniu pracy, wznoszą budowniczowie. Porównanie jest trafne lecz może (powinno) być uzupełnione; dodajmy, że, gdy jedno, już niepotrzebne rusztowanie opada, odsłania się wówczas w nauce bynajmniej nie gmach prawdy gotowy, lecz tylko rusztowanie nowe, następne. Każda teorja w nauce ma do spełnienia pewne zadanie; każda zatem ma kres właściwy istnienia. Każda ma swoją powinność; ale wspólny ich cel jest: ukazywać nam owe, jak je Pismo Święte nazywa, rzeczy wielkie y nieogarnione y dziwy, którym nie masz liczby (Księgi Hiob, IX, 10).

VI. August Wiktor Witkowski.

W miesiącu kwietniu 1888-go roku, w okolicznościach tragicznych, których wspomnienie jeszcze dzisiaj przejmuje nas grozą, Zygmunt Wróblewski życie zakończył. Osieroconą katedrę objął August Witkowski. Obejmował ją w chwili ważnej i trudnej. Świetne odkrycia Karola Olszewskiego i Zygmunta Wróblewskiego otworzyły były nauce dziedzinę niskich temperatur. Łamiąc się z trudnościami terenu, pierwsi zdobywcy już byli przebiegli nową krainę doświadczalnego badania i przebiwszy główne, najważniejsze drogi, zebrali plon z pierwszego, spiesznego pochodu przez nieznane obszary. Przyjmując katedrę, Witkowski w duszy uznał się zobowiązanym do wytrwania w tej pracy. Do uciążliwych powinności uniwersyteckiego urzędu dobrowolnie dołączył służbę wielokrotnie trudniejszą: obowiązek dalszego przeszukiwania prowincji nauki, która przeważnie w murach Uniwersytetu Jagiellońskiego została zdobyta. Hasłu, które sobie wówczas założył, pozostał wierny do ostatnich dni życia. W styczniu 1913-go roku, cztery dni przed śmiercią, ostatkiem sił już niknących, próbował kończyć oddawna rozpoczęte badania nad zjawiskiem Kelvina w wodorze. Ale ta praca niedokoń-

czona była tylko ogniwem długiego łańcucha poszukiwań, któremi Witkowski zapisał się w historji nauki, któremi związał swoje nazwisko z imionami Wróblewskiego i Olszewskiego.

Prace wybitnego badacza noszą na sobie zazwyczaj wyraźne piętno jego indywidualności. Wróblewski zwykł był przełamywać każdą napotkaną trudność, rzucając w nią impet gorączkowego temperamentu. Olszewski, badacz cierpliwy, wytrwały, umysł jasny, nawskroś wynalazczy, Olszewski umiał przedziwnie rozplątywać węzły zagadnień; samotnik, w sobie zamknięty, cudzej myśli mało uległy, obchodził się bez zawiłych urządzeń, osiągał cel zamierzony najprostszym i wytwornym sposobem. Witkowski, umysł ścisły, pracownik systematyczny, sumienny, opanowany, stawiał sobie zadanie inaczej; krainę, którą już zastał otwartą, postanowił przemierzyć; po exploratorach, on był jej kartografem.

Rozpoczyna tę pracę wyborną rozprawą O rozszerzalności i ściśliwości powietrza, ogłoszoną w wydawnictwach Polskiej Akademji Umiejętności za rok 1891. W ostatniem swem studjum Wróblewski postawił był sobie trudne zadanie; chciał poznać ściśliwość wodoru w bardzo niskich temperaturach. Witkowski podejmuje tę pracę i dokonywa jej dla powietrza; zamiar pracy osiąga w sposób wyczerpujący, gruntowny, tak że wyników pomiaru nie popra-

wiono dotychczas w niczem. Wnioski Witkowskiego zachowują do dzisiejszego dnia miejsce obok rezultatów, które nauce dali najwytrawniejsi badacze.

Jaki cel miała praca Witkowskiego? Prowadziła go ta sama myśl idealna, która jest hasłem i godłem wszelkiego naukowego badania. Poznać, co jest i poznać, jak jest — w tem streszcza się zadanie całej nauki. Witkowski usiłował ~~poznać~~ zrozumieć prawa rządzące termodynamicznemi własnościami materji. W stanie gazowym materja ukazuje się niejako w stanie rozcieńczenia. Można powiedzieć, że gaz jest roztworem materji w próżni; ~~i~~ dobrze wiadomo, że w zdaniu podobnem zawarta jest treść głębsza niż wydawałoby się może pozornie z paradoksalnej postaci twierdzenia. Prawa rządzące materją najłatwiej jest zatem studjować w gazowym jej stanie skupienia. Jeżeli gęstość gazu jest bardzo nieznaczna, w jego zachowaniu objawiają się już tylko najogólniejsze, oderwane prawa, niemal geometryczne; według nauki atomistycznej, są to rzeczywiście prawa natury kinematycznej, prawa przestrzeni, czasu i ruchu. Jeżeli gęstość gazu jest znaczna (umiemy osiągać takie gęstości, rozporządzając środkami wysokich ciśnień i niskich temperatur), wówczas własności ciała stają się niepomiernie zawiłe. Występują wówczas

w pełni te wszystkie siły, które* w kropelce wody lub w krysztale soli (przemożne), sprawiają, że w całej swej ogólności problemat materji jest labiryntem dla myśli ścisłej i pozostanie nim długo zapewne. Witkowski podpatrzył, gdzie, oraz jak, owa materjalność materji (jeżeli tak wyrazić się wolno) zaczyna się zdradzać. Posuwając się aż do granicy, w której sposoby pomiaru a nawet same ilościowe pojęcia, użyte w badaniu, jeszcze stosować się mogą, Witkowski zgromadził, w symbolicznie skróconej postaci, niejako wyciąg istotnych cech, właściwych rozmaitym gatunkom materji.

Można byłoby mniemać, w pewnym nawet stopniu słuszności, że, postrzegając i mierząc, przelewamy ostatecznie tylko w nowe, inne, naukowe kształty dawną, głęboką nieświadomość. Wiedział o tem umysł Witkowskiego, który przenikał nietylko treść nauki, lecz także jej istotę, jej zasób możności. Któż jednak nie widzi, że nieświadomość nieuctwa jest obojętna i martwa, gdy przeciwnie nieświadomość nauki, niespokojna, ruchliwa, po wielu uderzeniach o granice poznania, staje się [niejako zorganizowana, świadoma * ~~[illegible]~~ i przeradza się] wreszcie w rodzaj pojmowania? Myśl ludzka może tylko niejasno przeczuwać rzeczywistość, mowa może ją tylko zdaleka wyrażać; tylko niezręcz-

nie i grubo umiemy naśladować Naturę w naszych umysłowych konstrukcjach. Ale i z tych nieudolnych rysunków, z tych bladych odtworzeń tryska niekiedy nieskończoność, która nas otacza dokoła.

Rozprawa o ściśliwości i rozszerzalności powietrza, o której wspomnieliśmy, jest wstępem do szeregu dalszych poszukiwań mierniczych. Rozpoczęte w niej dochodzenie rozwija się dalej w badaniach: nad ciepłem właściwem powietrza w niskich temperaturach (1896), nad kalorymetrją nieodwracalnego rozprężania się gazów (1898), nad prędkością rozchodzenia się głosu w gazach zgęszczonych (1899), nad ściśliwością i rozszerzalnością wodoru (1905). Pomijamy prace pomocnicze i drobne, studja dodatkowe lub luźne; pomijamy także badania nad dyspersją i absorbcją światła w tlenie skroplonym, dokonane wspólnie z Olszewskim (1892 i 1894).

Prace kalorymetryczne Witkowskiego doszły do granicy subtelności i ścisłości, do której, w czasie ich wykonania, można było posunąć się w pracy mierniczej; dokonano dalszych postępów, ale znacznie później, za zmianą sposobu badania. Co do treści i ducha prace te Witkowskiego były pokrewne dziełu niezapomnianego Wiktora Regnault. I jeżeli łączymy działalność naszego

badacza z twórczością wielkiego francuskiego mistrza, oddajemy głęboki lecz tylko sprawiedliwy hołd czci zasłudze Witkowskiego.

———

Jeszcze przed objęciem katedry w Uniwersytecie Jagiellońskim, ulegając radzie i prośbie Marjana Baranieckiego, Witkowski rozpoczął pracę nad przygotowywaniem do druku obszernego wykładu Zasad Fizyki. Pierwszy tom tego dzieła pojawił się w r. 1892-im w Warszawie, nakładem Kasy pomocy im. Dra Józefa Mianowskiego. Odtąd ukazywały się z kolei dalsze tomy lub nowe wydania poprzednich, aż wreszcie w roku 1912-ym całość ukończona została. Tak tedy trud wielu lat swego wieku męskiego Witkowski ofiarował owym Zasadom. Ale trud nie pozostał bez plonu; powstało dzieło niezwykłej wartości, którego nie wahamy się nazwać chlubą piśmiennictwa polskiego. Społeczeństwo nasze zrozumiało, w tym razie, jak cenny dar mu złożono. Kupowano szybciej te księgi niż mógł przygotowywać je autor; pokolenia uczyły się z nich, nietylko wiadomości o zjawiskach Natury, ale także sposobów ścisłego o nich myślenia. Uczyły się jędrnej i czystej mowy naukowej polskiej; uczyły się może uszanowania i wdzięczności dla pisarza, któremu jesteśmy zobowiązani za pomnik wiedzy i woli.

Zasady Fizyki są w założeniu dość elementarnym wykładem podstaw tej nauki; w wykonaniu są ich przystępnym obrazem, przezroczystym i jasnym do tego nawet stopnia, że początkującego czytelnika mogą olśnić, niesłusznie i ponad miarę rzeczywistości. doskonałością ludzkiego pojmowania. Elementarne w formie, Zasady są wszechstronne i (w stosunku do spółczesnego im stanu wiedzy) bardzo zupełne; są spójne w budowie, często są świeże, niekiedy nawet są śmiałe w pomyśle. Czytając te karty zrównoważone, pogodne, ~~...~~ spokojne, ~~...~~, jakże odnajdujemy w nich bystry, lecz trzeźwy umysł Witkowskiego, jego usposobienie łagodne i ciche, trochę zarazem smutne i zrezygnowane! Jakże z nich przemawia jego przywiązanie do prawdy, jego zapał szlachetny oraz umiłowanie wyżyny, na której duch ludzki czuje się wolny od wszelkich pęt niskich!

Gdybyśmy żywili zamiar przedstawienia życia i dzieła Augusta Witkowskiego, byłoby nam jeszcze daleko do końca. Musielibyśmy cofnąć się w takim razie do młodzieńczych prac Witkowskiego, do jego rozpraw berlińskich, ~~...~~ glazgowskich i lwowskich i zdać z nich sprawę pokrótce. Powinnibyśmy wspomnieć o jego licznych artykułach i szkicach, o wybornych odczytach (jak

wykład O zasadzie względności, skierowany wgłąb trudnych zagadnień); i powinnibyśmy chociażby przytoczyć Tablice Matematyczno-fizyczne i inne wydawnictwa pomniejsze. Wypadałoby nam mówić o działalności nauczycielskiej Zmarłego, o jego uniwersyteckich wykładach, o mistrzowskich odczytach publicznych. Należałoby zapisać, ile trudu i poświęcenia kosztowało go rozwinięcie czynności pracowni fizycznej oraz zabieg o nowy gmach tego uniwersyteckiego Zakładu, wreszcie wzniesienie budynku który nosi dzisiaj należytą nazwę Collegium Witkowskiego. Radzi bylibyśmy też opowiedzieć, jak Witkowskiego poważano w kole kolegów, w Akademji Umiejętności, do której powołano go wcześnie, jak ceniono go zagranicą, jak miłowano go w kraju, gdzie, jak Polska szeroka, liczył wszędzie wdzięcznych uczniów, przywiązanych przyjaciół.

Ale nie piszemy tu studjum o Auguście Witkowskim; piszemy słowa doryvcze ku jego wspomnieniu. Piszemy w żalu i w bólu, w poczuciu straty niezmiernej, w niewygasłej żałobie; ale nie piszemy w przesadzie, w nastroju nieszczerym i sztucznym. O tym, jak łza przezroczystym ~~[illegible]~~ żywocie piszemy prawdę.

W pogodny, w cichy wieczór styczniowy, wśród milczenia tłumu, wychodziliśmy z krakowskiego cmentarza, pozostawiając w nim doczesne szczątki Augusta Witkowskiego. Dzień konał szybko. Topole i lipy cmentarne, nieskończenie subtelne w zimowym, obnażonym rysunku, chwiały się nad trumną łagodnie, jak gdyby przyjmowały straż nad nią. W pamięci brzmiały nam dostojne i rzewne słowa, wypowiedziane w tym dniu bardzo bolesnym; przed oczyma majaczyło wspomnienie twarzy zmienionych. Nie byliśmy zdolni poniesionej straty wymierzyć ani objąć nieszczęścia. W obliczu mocy zza świata, której na imię jest śmierć, czuliśmy tylko, że, jak mierzy ten żywot, i w życiu są moce, trwalsze i wyższe nad śmierć. –

Kilka słów wspomnienia o Auguście Witkowskim.

Przemówienie wygłoszone podczas uroczystości, która odbyła się dn. 12 czerwca 1913 r., w Sali Collegium Witkowskiego w Krakowie, ku czci zmarłego profesora i badacza.

Z obawą zabieram dziś głos, w tem poważnem i skupionem zebraniu, w którem zgromadziło nas wspólne uczucie wdzięczności i czci oraz wspólna a serdeczna żałoba. Wiem, że cokolwiek

potrafię powiedzieć o Auguście Witkowskim, będzie słabe i wątłe. Nie czuję się zdolnym do odrysowania w całej wyrazistości jego subtelnej organizacji duchowej. Dorywczemi, luźnemi słowy... mogę tylko powołać pamięć o Zmarłym w Waszych myślach i w Waszych uczuciach, Panie i Panowie; mogę dać świadectwo umiłowania, które przechowywa wiernie Mistrzowi jego otoczenie uniwersyteckie najbliższe.

Życie Augusta Witkowskiego było spokojne i proste, było skromne i ciche. To życie było wypełnione pracą, było nasycone mozołem i trudem duchowym. Spróbujmy wmyśleć się w tę wieloletnią i różnorodną działalność.

W dwudziestym siódmym roku życia powołany do nauczania, od tej chwili, niemal bez przerwy, w Dublanach, we Lwowie, w Krakowie, wiedzie, zachęca, kształci, dopomaga, zagrzewa. W Uniwersytecie Jagiellońskim zajmuje katedrę przez blisko ćwierć wieku. W głównym swym kursie podaje obraz Fizyki, wypukły, wyrzeźbiony kunsztownie a prosty. Przez przeciąg długich lat, wśród starych i szarych murów Kołłątajowskiego Collegium Physicum, składał w darze słuchaczom szereg na-

[illegible] powiedzieć o Auguście Witkowskim, który [illegible] i wą-
ski. Nie czuję się zdolnym do odtworzenia w całej wyrazi-
stości jego subtelnej organizacji duchowej. Zestawienie kil-
ku rysów może tylko pozostać pamięcią o Zmarłym w [illegible]
tych umysłach i w tych sercach, [illegible] i [illegible], może
bez znaczenia [illegible], które przedstawia [illegible] [illegible]
jego charakter [illegible] najlepiej.

Życie Augusta Witkowskiego było spokojne i proste, było
skromne i ciche. To życie było wypełnione pracą, było na-
sycone umysłem i trudem duchowym. [illegible] [illegible]
się w tej [illegible] i rozwoju działalności.

W dwudziestym [illegible] roku życia przeniósł się do [illegible]
[illegible], od tej chwili, [illegible] bez przerwy, w [illegible], w [illegible]
w Krakowie, wszędzie, zawsze, [illegible], [illegible], [illegible]
W Uniwersytecie Jagiellońskim zajmuje katedrę przez blisko
ćwierć wieku. W pierwszym tym [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
wykładów, wymagającej [illegible] z pracy. Przez szereg
długich lat, wśród starych i szarych murów [illegible]
Collegium Physicum, [illegible] w [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]-

tych arcydzieł. Tłumy słuchały go w gmachu, oniemal walącym się w gruzy, do którego tyle wspomnień przylgnęło. Brzmią nam jeszcze w pamięci tę jego lekcje oraz słowa, które tu głosił, w tej sali; bez głębokiego wzruszenia niepodobna o tem pomyśleć, że niema go już między nami.

Pracownię fizyczną, którą objął po Wróblewskim, rozszerza, przekształca; ćwiczenia praktyczne rozwija, wysuwa je na pierwszy plan nauczania fizyki w naszym Uniwersytecie. W prowadzeniu tych ćwiczeń bierze żywy udział, wespół z asystentami. Pamiętamy, jaki bywał wyczerpany w popołudnia sobotnie. Niezadowolony jeszcze z tego ogółu pracy, w godzinach ~~popołud~~ ~~niowych~~ wieczornych, dwa razy na tydzień, wykłada kolejne rozdziały fizyki teoretycznej. Zapytywany, czy nie obarcza się ponad siły, odpowiadał z uśmiechem, że przedpołudniowe wykłady ogólne wypowiada dla uczniów, a wieczorne - dla siebie.

Niemal od chwili powołania do Szkoły Jagiellońskiej, zamyśla budowę nowego Zakładu. Przypominam sobie, iż późną jesienią 1900-go roku pokazywał mi plany budynku, które był własnoręcznie wykonał, szczegółowe, staranne. Budowę rozpoczęto jednak dopiero w jesieni 1908-go roku, ukończono ją w r. 1911-ym. W jesieni 1911 Witkowski rozpoczął czynności

nowego Zakładu odczytem, pełnym polotu i wdzięku. Po tym wykładzie, w szczupłem gronie kilku zaledwie kolegów, doręczono profesorowi sumę, złożoną ze wszystkich stron kraju, prosząc o przeznaczenie jej na stypendyjną fundację jego imienia; publicznego aktu musiano się wyrzec ze względu na stan zdrowia Witkowskiego, ulegając zresztą stanowczemu jego życzeniu. On zatem był właściwym twórcą i organizatorem tego tutaj zakładu, tego uniwersyteckiego budynku, który dziś, z zezwolenia Jego Magnificencji Rektora i Senatu Akademickiego, nosi tak słuszną nazwę Collegium Witkowskiego. Wędrując z jednego do innego ministerjalnego biura, Witkowski rzekł napół żartobliwie, że przybytek ten nauki polskiej buduje „dla swoich następców”. Przewidywał trafnie; albowiem w tym gmachu, który jego myśl wszczęła, jego praca wzniosła, on sam bywał niestety gościem rzadkim, przelotnym. Ale my wszyscy budujemy dla naszych następców. Budujemy z żelaza i z cegieł lub z wysiłków i trudów; z dobrej woli i chęci, z poświęcenia, z cierpienia przędziemy nić ową dziwną, która w niewiadomą przyszłość nas wiedzie. Człowiek jest drobnem zdarzeniem, pokolenia są przemijającemi falami w potoku odwiecznym, który

wszystko układa i wszystko znowu rozkłada.

Jako nauczyciel i przewodnik młodzieży, Witkowski służył wiernie swemu krajowi. Ale służył zarazem nauce i przez to jeszcze raz służył Polsce. Był wytrwałym, ścisłym i pomysłowym badaczem, jak nam o tem za chwilę prof. Konstanty Zakrzewski dokładniej opowie *); skoro zatem chciał i potrafił rozplątywać lub przecinać węzły zagadnień, spełnił pięknie powinność wobec swej Szkoły i względem Ojczyzny. Mówię to z naciskiem: praca naukowa twórcza, badawcza, nie jest bynajmniej szczegółem, epizodem, nie jest także dla zaszczytu wdziewanym strojem nauczania ~~[illegible]~~ "wyższego"; ona jest raczej osią, ona jest duszą takiego nauczania. Nauczyciel akademicki nie przelewa w ucznia wiedzy gotowej, która ~~[illegible]~~ zazwyczaj szybko zamiera, pozostawiając tylko oschłą uczoność;

* Po wygłoszeniu niniejszego przemówienia prof. Zakrzewski wypowiedział odczyt o pracach badawczych Witkowskiego; z tego powodu jest o nich mowa tylko ubocznie w tem przemówieniu. Odsyłamy czytelnika do wspomnianego odczytu (Wiadomości Matematyczne, tom XVII. str. 211. 1913) a po części do poprzedzającego szkicu (str.)

taki nauczyciel budzi i kształci dokoła siebie myślenie. Azeby jednak uczyć twórczego badania, trzeba samemu chcieć i móc tworzyć i badać. Uczony winien naogół wiedzieć to wszystko, co inni wiedzą; ale powinien też wiedzieć, jak dowiedzieć się czegoś, czego ani on ani inni nie wiedzą. Wielką tę zdolność posiadał August Witkowski; a dar to jest rzadki i tak drogocenny, że ludzie, którzy zazwyczaj tylko obojętnie go chwalą, postępowaliby mądrze, gdyby mu dopomagali.

Przypomnijmy sobie chociażby tytuły niektórych odczytów i szkiców, które Witkowski drukiem ogłosił: o systemie miar, używanych w nauce o elektryczności (1881); o temperaturze i termometrach (1883); o nowszych poglądach w teorji światła (1887); o falach elektrycznych (1898); o podstawach fizycznych harmonji (1899); o ciekłem powietrzu (1900); o kilku ogólnych zasadach Fizyki (1901); o eterze (1903); o zasadzie względności (1908); o wartości naukowych hypotez (1909); o elektrycznem napięciu (1911). Przypomnijmy sobie Wiadomości początkowe z Geografji fizycznej i Meteorologji (1884), dalej Tablice Matematyczno-Fizyczne (1904), wreszcie dzieło życia:

Zasady Fizyki (1892-1912). Nad trzema wielkiemi i pełnemi tomami tej księgi zatrzymajmy się tutaj na chwilę. Wyraz Zasady w tytule był wybrany umyślnie; Witkowski życzył sobie, azeby zrozumiano, że chce wyłożyć istotne zasady, czyli ogólne podstawowe prawdy, fundamenta nauki Fizyki. Przedstawia je, co prawda, sposobem stosunkowo elementarnym, przystępnym; pragnąc być najszerzej pożytecznym, zrzeka się metod rachunku wyższego i tem samem jeszcze bardziej utrudnia zadanie, które sobie postawił. Ale jakże głęboko dociera w tym elementarnym wykładzie; jak mądrze pojmuje zasady nauki i jak je swobodnie tłomaczy. W tem dziele Witkowski wszystko pomija, co nie prowadzi bezpośrednio do celu; zrywając z rozpowszechnionym (w owym czasie, gdy rozpoczynał pracę) zwyczajem, opuszcza podrzędne i błahe drobiazgi, nie bawi czytelnika, nie zasypuje go gradem luźnych szczegółów. Witkowski uczy myśleć o zjawiskach Natury. W otaczającej zawiłości wydarzeń uczy poznawać niektóre związki, proste, trwałe, powszechne. Więc rzeczywiście w umyśle czytelnika Witkowski zakłada spójne i mocne fundamenta nauki. I jak we wznoszonym z cegły budynku, fundamenta, które są ukryte pod powierzchnią ziemi i których obojętny przechodzień wcale nie dostrzega, rozstrzygają o trwałości kon-

strukcji, podobnie w nauce: podstawy, czyli uogólnienia najszersze, zamykają w sobie treść ową istotną, z której wszystko w doskonałej nauce powinno wyrastać. Nie wie o nich publiczność, która troszczy się tylko o aeroplany i telegraf lub telefon bez drutu; taka publiczność nazywa naukę, o której mówimy, teoretyczną fizyką, rozumiejąc przez ten wyraz, że jest to fizyka, której należy starannie unikać. Ale dwóch nauk fizyki niema, jak z tego miejsca niedawno powiedział mój szanowny Kolega, profesor M. Smoluchowski *). Gdy zajmujemy się fizyką, celem naszym nie jest wykonywanie doświadczeń lub przedsiębranie pomiarów; celem naszym nie jest układanie wzorów i równań lub prowadzenie rachunków. Celem naszym jest wówczas poznawanie stopnia możności, którą obdarzeni jesteśmy, ujmowania prawidłowości w zjawiskach Natury. Mając tylko jeden cel, możemy mieć tylko jedną fizykę. I temu właśnie celowi służą Witkowskiego Zasady.

Umysł Witkowskiego był dziwnie jasny i trafny; jeśli mam rzecz

*) Mowa tu o wstępnym wykładzie, wypowiedzianym w maju 1913 r., przy objęciu katedry fizyki doświadczalnej w Uniwersytecie Jagiellońskim. Jak wiadomo, Uniwersytet radował i chlubił się Smoluchowskim tylko przez cztery lata; straciliśmy go, ku niewypowiedzianej stracie nauki, we wrześniu 1917-go roku.

najważniejszą powiedzieć: był bezpośredni.

Przypatrujcie się, Szanowni Panowie, różnym rodzajom umysłów. Prawdziwy badacz staje oko w oko naprost zagadnienia, które mu człowiek lub natura nastręcza. Ale jest to rzeczą niełatwą patrzeć w rzeczywistość lub w to wszystko, co (w umówionym języku) zwykliśmy rzeczywistością nazywać. Od rzeczywistości przegradza nas sama wiedza, przynajmniej dopóty, dopóki nie została doskonale opanowana i nie stała się posłusznem narzędziem. Bierzemy zazwyczaj wiedzę z książek lub od nauczyciela; bierzemy ją od ludzi, od wszystkich poprzedzających pokoleń. I niepodobna dziwić się temu, zważywszy, jak niezmiernie długa jest droga, która prowadzi od elementarnych wrażeń zmysłowych aż do najwyższych uogólnień nauki: od spadania kamienia do zasady Hamiltona i statystycznej Mechaniki; od pocieranego bursztynu do Maxwella, Bohra, Lorentza; od podwójnego królewskiego łokcia w Świątyni Karnaku aż do Einsteina; od magnesów do magnetonów, od miłego ciepła ogniska do formuły Plancka, do quantów energji. Stajemy zatem codziennie na barkach naszych poprzedników; żeby biec prędzej, stajemy

na szczudłach. Ale jakże często wydarza się, że zapominamy wówczas prostej sztuki chodzenia. Nie mogąc zejść całej krainy nauki, wspinamy się na jej szczyty; wzrok nasz wówczas ogarnia widnokręgi ogromne. Ale z pod obłoków nie umiemy (i nieraz nie chcemy) powrócić na stały lecz chropowaty grunt rzeczywistości. I gdy, za przewodem mistrzów, z odkrycia przerzucamy się do nowego odkrycia, jakże często, Szanowni Panowie, rzucamy wątłe tylko mosty ponad przepaściami.

Witkowski obejmował wzrokiem horyzonty najszersze. Ale myślał zawsze konkretnie; zapewne dlatego myślał jasno i trafnie. Zechciejcie posłuchać, Szanowni Panowie, jak tłomaczy pojęcie zjawiska odwracalnego:

„Proszę wyobrazić sobie eksperymentatora, któremu udało się
„wyśledzić wszystkie bodźce, powodujące zmianę w układzie; który
„pozakładał hamulce, przeciwbodźce i zrównoważył niemi wszyst-
„kie tendencje układu do przeobrażania się. W tych warunkach
„oczywiście układ trwać będzie w równowadze. Ale zarazem będzie
„w mocy eksperymentatora, przez malutkie pofolgowanie albo też
„przez malutkie wzmocnienie tych przeciwbodźców, prowadzić u-

„kład według upodobania w jednym lub przeciwnym kierunku; „prowadzić go ostrożnie, nieskończenie wolno, ale odwracalnie. „Proszę uważać, że jest to tylko fikcja, sposób rozumowania."

Przytoczyłem pierwszy z brzegu przykład z pism popularnych Witkowskiego; możnaby zapewne znaleźć wiele innych, może jeszcze doskonalszych przykładów. W artykułach i odczytach Witkowskiego, w jego rozmowach a zapewne i w myślach roiło się od haków, od sznurków, ciężarków, sprężynek, klawiszów. Wydawało się nieraz, że o prawdzie, którą dostrzegał, chciał nietylko umysł, ale niejako zmysły, wzrok i dotyk przekonać. Ale byłoby rzeczą naiwną, gdybyśmy osądzili, że Witkowski troszczy się w istocie o nici, młotki, dzwonki, dźwignie i gwoździe. Jak jego ongi przewodnik, Lord Kelvin, on dbał tylko o pojmowanie. Widowiska wszechświata pragnął być widzem pogodnym:

......mage pacata posse omnia mente tueri.

Witkowski był prawdziwym myślicielem, albowiem myślał pomimowoli. W przeważającej większości ludzie wystrzegają

się zbytniego myślenia; być może, iż okazują trafny instynkt w tej mierze, albowiem długi i mocny umysłowy wysiłek jest zbytkiem, który organizm ludzki rzadko wytrzymuje. Ale Witkowski nie umiał być bezczynnym: nie mógł nie zastanawiać się, nie zadawać sobie zapytań, nie obchodzić lub podchodzić trudności. Odpoczynkiem po pracy była dlań inna praca. Jaką radość sprawiały mu perełki ludzkiego myślenia, naprzykład demon Maxwella, Lorda Rayleigh blue of the sky, Kelvina liczne i rozmaite „etery", albo wreszcie ów pyłek węglowy, który gra taką rolę w teorji promieniowania. Jak skłaniał się zawsze chętnie ku prostym rozumowaniom, jak umiał nawskróś przewiercić długi wywód analityczny, pytając o jego istotną, fizyczną zawartość. Cichy, nieśmiały w życiu potocznem, w umysłowej biesiadzie stawał się naraz jakiś strzelisty i rzutki; niespodziewany ten kontrast stanowił jeden z jego subtelnych uroków. Łagodny, był wszystkiego ciekawy; życzliwy, był dla wszystkich wyrozumiały. W jego zmęczonych oczach czytałeś mądrość.

Naukę kochał i czcił, ale jej nie przeceniał. Wolny od jednostronnej, namiętnej przesady, sądził i naukę także, jak wszystkich i wszystko, dobrotliwie, spokojnie. Jego filozofję nauki możnaby może zamknąć w głębokich słowach Pascala: „nous avons

w zbytniego uważania, być może, iż chociaż [illegible] [illegible]
w tej mierze, odłamem [illegible] i mocny umysłowy wysiłek
zbytkiem, który przyznanie [illegible] [illegible] wypływający, albo
Wilczewski nie [illegible] być [illegible] [illegible] zastanowić się,
nie [illegible] [illegible] zapytań, nie [illegible] nie [illegible] [illegible]-
rzeczy. [illegible] [illegible] była [illegible] praca, [illegible] na-
[illegible] [illegible] nie [illegible] [illegible] uważał, [illegible] [illegible]
Maxwella, [illegible] Rayleigh Blue of the sky, [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] wykłady, który
[illegible] tak, [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], w [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] jeden z jego [illegible] [illegible]-
[illegible]. [illegible], był [illegible] [illegible]; [illegible], był [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible]. W jego [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] i [illegible], ale [illegible] nie [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible], [illegible] [illegible], [illegible] i [illegible] [illegible], [illegible]
[illegible] i [illegible], [illegible], [illegible], jego [illegible] [illegible] [illegible]-
[illegible] [illegible] [illegible] w [illegible] [illegible] Pascala; [illegible] [illegible]

„*une impuissance de prouver invincible à tout dogmatisme ; nous avons une idée de la vérité invincible à tout pyrrhonisme.*"

Pragnąłbym zejść głębiej, mówiąc o Auguście Witkowskim. Ale tutaj ważę me słowa i nakładam sobie hamulce. Nietylko dlatego, ażeby jaskrawym lub pustym wyrazem nie obrazić jego pamięci; również dlatego, ażeby na arenę nie wynosić uczuć, które trwają w ukryciu, więdną zaś, wystawione na widok publiczny. Zatem to tylko powiem: gdy rozstawałem się z Augustem Witkowskim, czułem się zawsze nietylko posunięty w sposobach myślenia; czułem się zawsze lepszy. I za to zachowam mu wdzięczność do ostatnich dni życia.

VII. O promieniowaniu.

I

Tworząc zrozumiały obraz otaczających nas zjawisk, albo przynajmniej utworzyć go pragnąc, musimy poznać i pojąć pewien fakt fundamentalny, jeden z elementarnych faktów w urządzeniu Natury: promieniowanie.

Jeżeli promieniowanie dostrzegamy w próżni, jego prawa są wówczas stosunkowo najprostsze. Rozmaitsze i zawilsze objawiają się skutki, gdy promieniowanie biegnie przez ciała materjalne; jesteśmy wówczas świadkami owych niezmiernie różnorodnych i subtelnych zjawisk, któremi nauka Optyki była dotychczas przeważnie zajęta. My jednak tutaj skierujmy w inną stronę uwagę. Zapytujemy: skąd pochodzi promieniowanie? Przypisujemy je zazwyczaj działalności pewnych ciał materjalnych, o których mówimy, że są źródłem promieniowania, że je wysyłają czyli emitują. Wiemy mało dotychczas o prawach zjawisk emisji czyli wysyłania promieniowania przez ciała materjalne. W dzisiejszej Teorji Promieniowania ograniczamy się zazwyczaj do roztrząsania szczególnego przypadku,

który jako najprostszy (i jak dotychczas niemal jedyny dostępny) musiał zwrócić na siebie przedewszystkiem uwagę. Uważajmy pewien układ materjalny M, który wypromieniowywa energję. Przypuśćmy, że temperatura ciała M oraz inne zmienne, od których stan jego zależy, pozostają stałe podczas zjawiska promieniowania. Według zasady oznaczoności pracy (czyli „zachowania energji") zawarta w ciele energja zależy od temperatury i od pozostałych wielkości, wyznaczających stan ciała; skąd według założenia wynika, że energja ciała M podczas promieniowania nie ulega zmianie. W każdym okresie czasu ciało M wysyła więc tyle promienistej energji, ile spółcześnie pobiera energji ze swego otoczenia. Podobne promieniowanie jest, jak mówimy, trwałe czyli „stacjonarne"; nazywamy je także temperaturowem promieniowaniem. Jeżeli jakiekolwiekbądź zmiany ustroju, budowy lub (fizycznego czy chemicznego) stanu dokonywają się w układzie M podczas zjawiska emisji, wówczas, jak wynika z określeń, promieniowanie układu M nie jest trwałe. Gdy ograniczamy się zatem (jak w dalszym ciągu) do rozważania promieniowania trwałego, musimy wyłączyć z roztrząsań zjawiska naprzykład fluorescencji, fosforescencji, chemicznej, mechanicznej lub elektrycznej luminescencji i wogóle wszelkie przy-

- króciutka kreseczka, dywiz
a nie długa kreska

padki procesu, który A. Witkowski nazywa jarzeniem się.

II

Idąc za Gustawem Kirchhoffem, wyobraźmy sobie ośrodek jednolity izotropowy, który jest otoczony osłoną nieprzenikliwą dla ciepła. Przypuśćmy, że ten ośrodek znajduje się w spoczynku i że osiągnął już stan doskonałej, nadal niezmiennej równowagi termodynamicznej. Uważajmy w tym ośrodku nieskończenie mały element v. Element v wysyła nieustannie i nieustannie pochłania energję promieniowania. Wiemy jednakże, że całkowite promieniowanie rozpada się na promieniowania elementarne, które różnią się okresem i częstością drgania, a zatem i długością fali. Ograniczamy się w tej chwili do roztrząsania jednego z pomiędzy elementarnych promieniowań, naprzykład tego, którego częstość drgania wynosi n albo różni się niezmiernie mało od n; takie promieniowanie nazywamy dla skrócenia n-promieniowaniem. (- dywiz, krótki)
Dzięki naturalnemu n-promieniowaniu, które element v w jednostce czasu wysyła, uchodzi z niego, we wszystkich kierunkach przestrzeni, ilość promienistej energji, proporcjonalna do v i do szerokości, przypuśćmy ν, (widmowego zakresu (w skali częstości) w którym zamyka się n-promieniowanie; spółczynnik proporcjonalności, który oznaczmy przez ε, nazywamy zdolnością emisyjną elementu v dla n-pro-

mieniowania. Oznaczmy jeszcze przez α zdolność absorbcyjną elementu v dla n-promieniowania, czyli ułamek padającej na element v energji n-promieniowania, który zostałby pochłonięty na drodze, równej jednostce długości. Gdy stan doskonałej równowagi (po upływie niewiadomo jak długiego okresu czasu) już został osiągnięty, wówczas, według słynnego twierdzenia Kirchhoffa, stosunek zdolności ε do zdolności α przestaje zależeć od wyboru (w ośrodku) elementu v; stosunek ten nie zależy wówczas, oczywiście, również od chwili, w której go tworzymy; wartość stosunku ε/α zależy ~~wówczas~~ jedynie od natury ośrodka, od jego temperatury bezwzględnej (którą dla zwięzłości oznaczmy przez T), nakoniec od n, czyli od wyboru uważanego widmowego przedziału, w którym n-promieniowanie ma ~~się~~ ~~znajdować~~ być zawarte.

Fundamentalne w Teorji Promieniowania twierdzenie Kirchhoffa bywa zwykle podawane za wniosek, do którego w uważanym przypadku prowadzą ogólne zasady oderwanej Termodynamiki. Ściśle rzecz biorąc, musimy wyrazić się nieco inaczej. Zasady Termodynamiki uczą, że łączna ilość energji, wszelkich częstości, pochłaniana przez element v, jest równa, w dowolnym okresie czasu, łącznej ilości energji, wszelkich częstości, wysyłanej przez ten sam element v, jeżeli stan doskonałej równowagi

już został osiągnięty. Widzimy, że w twierdzeniu Kirchhoffa rozkładamy spektralnie (równanie termodynamiczne) powyższe; że zatem w tem twierdzeniu posuwamy się po za granicę, do której sięga panowanie czystej Termodynamiki. Dlatego twierdzenie Kirchhoffa zawiera treść nową i wzbogacającą; wymaga ono widocznie założenia, iż przekształcanie się elementarnych promieniowań pewnych częstości na elementarne promieniowania innych częstości nie dokonywa się nigdy samowolnie w próżni, w której te promieniowania, przenikając się wzajemnie, jednocześnie istnieją i że takie przekształcanie się nie odbywa się nigdy bez czynnego współudziału materji, że jest niemożliwe po za zwykłą koleją procesów, na których absorbcja i emisja przez materję polega.

Oznaczmy przez J stosunek zdolności ε do zdolności α. Łatwo widzimy, że J w stanie równowagi jest miarą obfitości biegnącego w ośrodku we wszystkich kierunkach promieniowania. Wielkość J nazywamy przeto natężeniem promieniowania. Natężenie promieniowania w stanie równowagi zależy jedynie od temperatury T, od częstości n (czyli od wybranego widmowego przedziału), wreszcie od natury ośrodka.

Wyobraźmy sobie teraz układ, złożony z dwóch ciał jednolitych

oraz izotropowych; przypuśćmy, że ten układ znajduje się w spoczynku, że jest cieplnie odosobniony od zewnętrznego świata i że osiągnął już stan doskonałej termodynamicznej równowagi. Wiadomo wówczas, że (bez względu na naturę powierzchni zetknięcia, która oddziela od siebie ciała układu) iloczyn $c^2 J$, gdzie c jest prędkością rozchodzenia się n-promieniowania, ma tę samą wartość dla obu składowych części układu. Iloczyn $c^2 J$ jest zatem funkcją powszechną częstości n oraz temperatury T, niezależną od natury ciała, przez które przebiega promieniowanie. To nowe, drugie fundamentalne twierdzenie zawdzięczamy również genjuszowi Kirchhoffa.

Jeżeli jednem z ciał układu jest próżnia, prędkość c przestaje zależeć od n i przybiera wartość uniwersalną $3 . 10^{10}$ cm/sek. Gdy zatem doskonale zrównoważone, izotropowe n-promieniowanie biegnie w próżni, w spoczywającem i odosobnionem otoczeniu, które utrzymujemy w stałej, wszędzie jednakowej temperaturze T, wówczas natężenie J tego n-promieniowania jest funkcją uniwersalną częstości n oraz temperatury T; innemi słowy: postać tej funkcji jest zawsze ta sama, bez względu na objętość, kształt i położenie próżnej dziedziny, bez względu na rodzaj, kształt i własności materjalnych ścian, które ją otaczają;

III

Wyobraźmy sobie dziedzinę próżną $\underline{V}$, ograniczoną przez otoczenie materjalne $\underline{M}$ zamknięte, spoczywające, cieplnie odosabniające, które utrzymujemy w temperaturze $\underline{T}$, jednakowej, niezmiennej. Poprzednie twierdzenia będą się stosowały, gdy układ i zawarte w nim promieniowanie osiągną stan zupełnej równowagi termodynamicznej.

Przypuśćmy, że granicząca z próżnią powierzchnia materjalnego otoczenia $\underline{M}$ odbija doskonale promieniowania wszelkich możliwych częstości. Wyobraźmy sobie, że do próżni $\underline{V}$, przed zamknięciem otoczenia $\underline{M}$, wpłynęło promieniowanie dowolnego pochodzenia, dowolnego składu widmowego. Po zamknięciu otoczenia $\underline{M}$, promieniowanie w próżni $\underline{V}$ znajduje się w warunkach, które są wprawdzie konieczne, lecz nie są dostateczne do osiągnięcia zupełnej równowagi. Ponieważ ściany otoczenia $\underline{M}$ mają własności powierzchni doskonale odbijających, promieniowanie zamknięte w dziedzinie $\underline{V}$ nie znajduje się w stosunku wymiany z żadnem innem promieniowaniem, pochodzącem od jakichkolwiekbądź obcych ciał [materjalnych; nie może wzbogacać się emisją takich ciał] ani dzięki ich absorbcji nie może ubożeć. Jest to promieniowanie odosobnione, odcięte od

działania materji. Według założenia, zawartego w pierwszem twierdzeniu Kirchhoffa, żadne z pomiędzy elementarnych promieniowań, którejkolwiek częstości, wchodzących w skład uważanego całkowitego promieniowania, nie może w tych warunkach przeradzać się ~~przekształcać~~ w elementarne promieniowanie innej częstości; wymiana energji pomiędzy temi elementarnemi czyli składowemi promieniowaniami jest niemożliwa. A zatem spektralny skład promieniowania zamkniętego w próżni V pozostanie niezmienny, taki mianowicie, jaki istniał przypadkowo pierwotnie.

Umówmy się, że każdemu elementarnemu promieniowaniu określonej częstości będziemy przypisywali temperaturę, która w przypadku zrównoważonego promieniowania, według wyłożonych przed chwilą praw, odpowiadałaby przypadkowemu, początkowemu jego natężeniu. Możemy wówczas powiedzieć, że dziedzina V, w wymienionych warunkach, jest wypełniona przez rozmaite promieniowania elementarne, o temperaturach rozmaitych, wysokich i niskich; możemy powiedzieć, że te elementarne promieniowania, chociaż są przestrzennie w zupełności zmieszane, chociaż przenikają (i krzyżują) się doskonale nawzajem, nie dążą mimo to wcale do zrównoważenia się ~~[illegible]~~, do wyrównania swych temperatur. Taki wniosek wypływa z założenia, zawartego w pra-

wach Kirchhoffa; a jakkolwiek założenie na pierwszy rzut oka może wydać się oczywiste, wniosek jednakże wiedzie wgłąb pojmowania Natury, ukazując obraz próżni, o własnościach pozytywnych, przeciwnych możnościom i zdolnościom materji.

IV

Przypuśćmy teraz, że w poprzedniej, dotychczas pustej dziedzinie V umieściliśmy ciało materjalne C, którego powierzchnia odbija niedoskonale; zatem ciało, które po części odbija promieniowanie, po części je pochłania, przepuszcza, załamuje, rozprasza. Albo też przypuśćmy (co na to samo wypada), że część powierzchni otoczenia M, lub cała ta powierzchnia, nie posiada własności doskonałego odbijania promieniowania, które przypisywaliśmy jej w poprzedzającym wywodzie. Jeżeli inne fizyczne warunki zagadnienia (o których wyżej mówiliśmy) są spełnione, ustanowi się z czasem w dziedzinie V stan równowagi promieniowania, przepisany przez prawa Kirchhoffa. Od przypadkowej natury wprowadzonego ciała C będzie oczywiście zależał przebieg zjawisk, wiodących układ ku ostatecznej równowadze; ale istota tego ostatecznego stanu równowagi, skoro został osiągnięty, nie jest zależna od własności ciała C; podobnie w Hydrostatyce równowaga cieczy dużej i małej lepkości jest identycznie ta sama.

Jakiekolwiek są własności ciała C, promieniowanie, które ustanowi się w próżni V, będzie w końcu zawsze, pod każdym względem, identycznie to samo. Wyobraźmy sobie ciało, które, z pomiędzy padających na nie z próżni promieniowań dowolnych częstości, nie odbija, nie przepuszcza ani nie rozprasza żadnego zgoła ułamka, chociażbyśmy wyobrazili je sobie w postaci najcieńszej nawet warstewki, lecz wszystko natychmiastowo i całkowicie pochłania; takie ciało nazywamy ciałem *czarnem*. Powiadamy, że promieniowanie, które (w powyżej przedstawionych warunkach) ustanawia się w dziedzinie V, musi być w każdym względzie identyczne ~~i zgodne~~ z promieniowaniem, które do tej próżnej dziedziny wysyłałoby ciało czarne. Zrównoważone promieniowanie bywa nieraz, z tej przyczyny, nazywane *czarnem promieniowaniem*; ale nazwa ta nie jest właściwa; nie będziemy się nią posługiwali.

Wszystkie powyższe twierdzenia były już w zasadzie zawarte w pracach *Kirchhoffa* (1862). Ale dwaj fizycy niemieccy *Wien* i *Lummer*, zbliżywszy się w r. 1895-ym bardzo znacznie do urzeczywistnienia zrównoważonego promieniowania, przyczynili się istotnie do oparcia teorji na niewątpliwej faktycznej podstawie.

Przypadek zrównoważonego promieniowania jest widocznie fikcją, jest oderwanym przypadkiem granicznym, którego poznanie wyjaśnia tylko pewną szczególną, kresową cechę zjawisk promienio-

Jakiekolwiek są ustawienia ciała C i przemieszczenie, które wyłą-
czne są w jednej V, byłyby w takim razie, pod każdym wzglę-
dem, identyczne te same. Wyobraźmy sobie ciało, które, z po-
między położeń na raz z przeci przemieszczeń [illegible] cią-
głości, nie zbija, nie przenika ani nie rozrywa żadnego ja-
ko względem, charakteryzujmy wykonanie je tylko w pewnej mierze
ruchów [illegible], lecz wszystkie następowania z całkowania po-
chodnych; takie ciało nazywamy ciałem ciągłem. Pokażemy,
że przemieszczenie, które (w ogóle) przedstawiamy [illegible]
zmienia się w każdym V, może być w każdym względzie iden-
tyczne ~~[illegible]~~ z przemieszczeniem, które to by przez przedziały
wszystkich ciała całe. Zdanie takie przemieszczenie jedno-
znaczne, z tej przyczyny, nazywamy ciałem przemieszczeniem; ale
nazwa ta nie jest właściwa, nie będziemy się nią posługiwali.

Wszystkie powyższe twierdzenia były już w zasadzie zawarte
w pracach Kirchhoffa (1842). Ale owej księgi [illegible] Wien i [illegible]
[illegible] [illegible] się w r. 1895-ym także znaczenie do [illegible]
nia jednoznacznego przemieszczenia, przyczynili się zatem do [illegible]
[illegible] na niewłaściwej [illegible] [illegible].

Przypadek jednoznacznego przemieszczenia jest widocznie [illegible]
[illegible], jest [illegible] przypadkiem granicznym, którego [illegible]
[illegible] tylko pewna [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] –

wania: warunki ich równowagi. Jakkolwiek objawia się dopiero w sztucznych i (ściśle rzecz biorąc) niemożliwych do spełnienia warunkach, cecha ta leży przecież na dnie wszystkich faktów promieniowania, stanowi ich wspólną i zasadniczą granicę. Dostrzeżenie i wydobycie na jaw tej cechy było arcydziełem; ona jedna jest dotychczas rachunkowo uchwytna w konglomeracie faktów skądinąd nieopanowanych; tylko ów kres zjawisk umiemy dotychczas ilościowo wyrazić. Ograniczenie i wyodrębnienie zadania, raczej niż jego rozwiązanie, rozpoczęło budowę nowej nauki.

Tak dzieje się zwykle w historji ludzkiego badania. Otacza nas cały świat zjawisk; ale język, którym do nas przemawia, jest nieoczekiwany i dziwny; wiadomości, których ten świat nam udziela, najczęściej bywają pełne sprzeczności. Usiłujemy porządkować te słuchy, objaśniać sobie te wieści, usiłujemy wydobywać z nich rzetelną treść i istotę, w nadziei, że potrafimy rozgmatwać ich bezmierną zawiłość. Umysł człowieka poszukuje prawidłowości w zjawiskach. Od czasu do czasu ze zdziwieniem dostrzega, że zadanie, które sobie założył, nie jest przed nim całkowicie zamknięte. Od czasu do czasu wysi-

tek pokolenia lub natchnienie genjuszu przenika niewymowny zamęt Natury i pod chwiejbą jej pozornego chaosu dostrzega grunt mniej może ruchomy: uogólnienie.

V

Poznanie praw zrównoważonego promieniowania jest zatem nieuchronnem, najpierwszem zagadnieniem Teorji Promieniowania, zagadnieniem, którego rozwiązanie kładzie fundament pod dalszą budowę tej nauki. W języku § II-go moglibyśmy zadanie streścić jak następuje: znaleźć postać uniwersalnej funkcji częstości n i temperatury T, funkcji, o której mówiliśmy w zakończeniu wymienionego artykułu.

Naczelne to zagadnienie Teorji Promieniowania, jak się wydaje, jest rozwiązane; rozwiązał je profesor Max Planck z Berlina, w jesieni 1900-go roku, przy pomocy słynnej hypotezy quantów, która od blisko ćwierci stulecia jest źródłem tylu w nauce postępów i tylu niebywałych trudności.

Pragniemy zająć się teraz krótkim, przelotnym przeglądem tych i takich zagadnień. Dla jasności potrzeba nam będzie odróżnić dwa odrębne zadania w problemacie, który chcemy rozważać i na dwa kolejne stadja podzielić rozumowanie. Wyobraźmy sobie,

wraz z Planckiem, że w ostatnich cząstkach ciał materjalnych znajdują się elektromagnetyczne układy drgające, t. zw. wibratory lub oscylatory, które są zdolne do wysyłania oraz pochłaniania energji elektromagnetycznych falowań. Przypuśćmy, iż w próżnej zresztą dziedzinie V (otoczonej przez ściany materjalne doskonale odbijające, spoczywające, utrzymywane w temperaturze wszędzie jednakowej i niezmiennej) znajduje się znaczna liczba takich [elektromagnetycznych wibratorów, których energja, z biegiem czasu, dzięki emisji i absorbcji, doszła do równowagi z energją] elektromagnetycznego promieniowania, wypełniającego pustą dziedzinę V. Z pośród wibratorów uważajmy pewną kategorję, tę mianowicie, których częstość drgań własnych wynosi n, lub różni się od n nadzwyczajnie mało. Oznaczmy przez ε średnią energję jednego wibratora tej kategorji. Pomiędzy średnią energją ε a natężeniem J elementarnego n-promieniowania, które (wraz z niezliczonemi innemi elementarnemi promieniowaniami) wchodzi w skład całkowitego, zrównoważonego w V promieniowania, istnieje prosty związek w przypadku równowagi. Średnia energja ε i natężenie J są wprost proporcjonalne, spółczynnik proporcjonalności zależy od (częstości wybranej) n.

Innemi drogami idą Lord Rayleigh i J. H. Jeans; z nowego

stanowiska oświetlają zagadnienie. Wyobraźmy sobie, jak wyżej, dziedzinę V próżną; dla określoności przypuśćmy, że ma postać sześcianu. Ściany sześcianu spoczywają, są doskonale odbijające i zachowują temperaturę wszędzie jednakową, z czasem niezmienną T. Próżnię sześcianu wypełnia doskonale zrównoważone promieniowanie; nie troszczymy się o to, jakim sposobem zdołaliśmy tam wytworzyć owo promieniowanie; jeżeli osiągnęliśmy je, na przykład, przez wprowadzenie do próżni ciała materjalnego C, przypuszczamy, że usunęliśmy je stamtąd, bez zmiany składu i stanu promieniowania. Zapytujemy teraz: do ilu drgań głównych (czyli fundamentalnych) zdolna jest próżnia wspomnianego sześcianu. Przez "drgania główne" rozumiemy przytem, jak oddawna przyjęto w Dynamice, odrębne, od siebie niezawisłe sposoby perjodycznej zmienności stanu układu, sposoby, z których każdy może być opisany zosobna, za pomocą jednej właściwej mu zmiennej. Żądanie tak postawione może wydać się nieoznaczone. Nie każdy jednak dowolny układ falowania jest możliwy w danym sześcianie. Dla zapewnienia odbicia, na każdej ścianie powinno stać się zadosyć pewnym warunkom; te warunki sprawiają, że tylko pewne układy falowania, pewnych częstości, są możliwe w danym sześcianie. Liczba wszystkich ~~możliwych~~ układów falowania, a zatem i liczba moż-

167

[illegible] ówczesną zagadnienie. Wyobraźmy sobie, jak wtedy, dzie-
siątki V [illegible]; dla [illegible] przyznaczmy, że na [illegible] [illegible]
[illegible], którzy [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] i
[illegible] temperatury [illegible] [illegible] i [illegible] [illegible]
7. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible], nie [illegible] się i to, jakim [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] nie [illegible]; [illegible] [illegible] je, że
[illegible], przez [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] że [illegible] je [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]
i [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible]) [illegible] jak [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], jak [illegible]
na [illegible] w [illegible], [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible], [illegible] [illegible] na
to [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] nie [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] nie [illegible] się [illegible]. [illegible] [illegible]
[illegible], [illegible] [illegible] [illegible] jak [illegible] [illegible] [illegible]
nie. [illegible] [illegible], na [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] się
[illegible] [illegible] [illegible], że [illegible] [illegible], że [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible], [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] w [illegible] [illegible]
nie. [illegible] ([illegible] [illegible]) [illegible] [illegible], a [illegible] i [illegible] [illegible]

liwych drgań fundamentalnych, wypada wprawdzie nieskończenie wielka w skończonym sześcianie; ale liczba drgań fundamentalnych, których częstość nie przewyższa pewnej skończonej granicy, np. granicy n, jest skończona; liczba zaś n-drgań fundamentalnych (których częstość zawiera się w nieskończenie ciasnym, dokoła n skupionym przedziale) jest nieskończenie mała jak szerokość uważanego dokoła n spektralnego przedziału. Obliczywszy tę liczbę i pomnożywszy przez nią średnią energję (powiedzmy zwór ξ), jednego n-drgania fundamentalnego, otrzymujemy zawartość w sześcianie energji n-promieniowania, czyli iloczyn gęstości n-promieniowania przez objętość sześcianu. Od gęstości do natężenia promieniowania jest jeden tylko krok; otrzymujemy więc ostatecznie związek pomiędzy średnią energją ξ ~~...~~ drgania fundamentalnego a natężeniem promieniowania J; związek ten jest dokładnie zgodny z równaniem, które Planck ustanowił, chociaż znaczenie pojęcia ξ, jak widzimy, jest w teorji Jeansa zupełnie odmienne. Z tem zastrzeżeniem rozwiązanie pierwszej części zadania jest zatem zgodne w teorjach Plancka i Jeansa.

VI

W drugiem stadjum rachunku dążymy do poznania związku, który, w przypadku zrównoważonego promieniowania, łączy średnią

energję $\underline{\varepsilon}$ wibratora $\underline{n}$-kategorji, albo też średnią energję $\underline{\varepsilon}$ fundamentalnego $\underline{n}$-drgania z częstością $\underline{n}$ i temperaturą $\underline{T}$. Rozwiązanie tej części zadania jest odmienne, jest nawet sprzeczne u Plancka i Jeansa. Nie możemy dziwić się temu, zważywszy, że w niniejszem zadaniu wezwali oni na pomoc różne, dalekie od siebie poglądy na charakter i istotę promieniowania.

Jeans wychował się w Cambridge, gdzie niedawno Maxwell nauczał, gdzie żywa jest jeszcze tradycja Newtona. Jeans wierzył w ogólność Dynamiki "uogólnionej". Nie wiedząc, czem jest próżnia i na czem promieniowanie może polegać, Jeans założył, że cały ten splot niewiadomych rządzi się zasadą ekwipartycji energji. Wyobraźmy sobie kolumnę gazu, np. wodoru, nad powierzchnią ziemską. Jeżeli zupełna równowaga termodynamiczna została już osiągnięta, średnia energja kinetyczna jednej cząsteczki gazu (w każdym dostatecznie wielkim przestrzennym przedziale) jest jednakowa, pomimo to nawet, że różne przedziały, leżące w różnej wysokości ponad poziomem, zawierają wówczas niejednakową liczbę cząsteczek. Wyobraźmy sobie ~~[illegible]~~ kolumnę powietrza. Średnia energja kinetyczna jednej cząsteczki tlenu jest w każdym przedziale ta sama jak średnia kinetyczna energja jednej cząstki azotu albo argonu. Zupełnie podobnie, według

Jeansa, średnia energja jednego drgania fundamentalnego w promieniowaniu fioletowem lub ultrafioletowem, w przypadku równowagi, jest taka sama jak średnia energja jednego fundamentalnego drgania w promieniowaniu czerwonem lub pozaczerwonem. Porachowawszy zatem drgania fundamentalne, Jeans każde z pomiędzy nich obdarza energją kT w przypadku równowagi, gdzie T oznacza temperaturę bezwzględną zrównoważonego promieniowania, k zaś jest znaną z teorji gazów stałą powszechną, taką, iż iloczyn $\frac{2}{3}kT$ jest średnią kinetyczną energją cząsteczki gazu doskonałego w temperaturze T.

Niestety, hypoteza Jeansa nie jest zgodna z faktami. W połączeniu z (podanem w poprzedzającym artykule) twierdzeniem, które pozwala znaleźć liczbę możliwych drgań fundamentalnych, zasada „równego podziału energji" prowadzi do prostej formuły zrównoważonego promieniowania, zwanej prawem Rayleigha. Według tego prawa natężenie zrównoważonego n-promieniowania byłoby wprost proporcjonalne do temperatury bezwzględnej T i do drugiej potęgi częstości n; natężenie zrównoważonego λ-promieniowania (którego długość fali wynosi λ lub różni się nieskończenie mało od λ) byłoby zatem wprost proporcjonalne do T i odwrotnie proporcjonalne do czwartej potęgi długości fali λ. Natężenie przypadające bardzo

Jeansa, średnia energja jednego drgania fundamentalnego w pro-
mieniowaniu fioletowem lub ultrafioletowem, w przypadku równo-
wagi, jest taka sama jak średnia energja jednego fundamental-
nego drgania w promieniowaniu czerwonem lub podczerwonem.
Przechodzimy zatem drgania fundamentalne, Jeans każe z
[illegible] [illegible] energja kT w przypadku równowagi,
gdzie T znaczy temperaturę bezwzględną źródła [illegible] pro-
mieniowania, k zaś jest znaną z teorji gazów stałą gazo-
wą, tak, że [illegible] $\frac{2}{3}kT$ jest średnią kinetyczną energją
cząsteczki gazu [illegible] w temperaturze T.

[illegible] hypoteza Jeansa nie jest zgodna z faktami. W
zgodzie z (podanem w poprzedzającym artykule) twierdzeniem
które pozwala znaleźć liczbę rodzajów drgań fundamentalnych
[illegible] [illegible] energja [illegible] do prostej formuły
[illegible] promieniowania, znanej prawem Rayleigha. [illegible]
[illegible] prawa natężenie [illegible] promieniowania [illegible]
[illegible] proporcjonalne do temperatury bezwzględnej T i do drugiej
potęgi częstości n; natężenie [illegible] promieniowania [illegible]
[illegible] fali wynosi λ lub równiej [illegible] [illegible] od λ
[illegible] [illegible] proporcjonalne do T i [illegible] proporcjonalne
do czwartej potęgi długości fali λ. Natężenie [illegible] [illegible]

krótkim falom w zrównoważonem promieniowaniu, byłoby więc nadzwyczaj wielkie i musiałoby rosnąć (dla fal coraz krótszych) bez żadnego kresu. Prawo Rayleigha może zatem być tylko twierdzeniem granicznem, do którego zbliża się, w miarę malejących częstości, prawdziwy wyraz zrównoważonego promieniowania. Tak właśnie rozumiał swą formułę jej znakomity twórca, który ograniczył ją, wyraźnie i wyłącznie, do fal bardzo długich; spostrzegł on naturalnie natychmiast, że wzór przez niego podany znalazłby się w jaskrawej sprzeczności *) z doświadczeniem, gdyby miał być rozciągnięty do fal krótkich. Tymczasem hypoteza Jeansa wymaga, ażeby właśnie ten wzór był ważny i ścisły w całej rozciągłości widma.

Powracając do założeń, możemy zrozumieć najważniejszą przyczynę naszego niepowodzenia. Jak wyżej widzieliśmy, liczba

* Doświadczenie wykazało, że natężenie zrównoważonego n-promieniowania, w każdej temperaturze, przechodzi przez największość dla pewnej częstości; natężenie zrównoważonego λ-promieniowania przechodzi podobnie, w każdej temperaturze, przez największość dla pewnej długości fali; miejsce największości przesuwa się wraz ze zmianą temperatury według wiadomego nam prawa. Tymczasem prawo Rayleigha nie przewiduje wcale podobnych miejsc największości, na miejsca takie wcale nie pozwala.

wszelkich drgań fundamentalnych, możliwych w skończonej próżnej dziedzinie, jest nieskończenie wielka. Jeżeli więc przypuszczamy, że ta próżnia, przez stosunek wymiany ze skończonem ciałem materjalnem, osiągnęła stan równowagi; jeżeli przypuszczamy, że każde drganie fundamentalne uzyskało przytem skończoną ilość energji *kT*, przeto energja promieniowania zawartego w skończonej próżnej dziedzinie musi wypaść nieskończenie wielka. Taki też jest oczywisty sens formuły *Rayleigha*. Ponieważ jednak skończone ciało materjalne może zawierać tylko skończoną ilość energji, zatem widzimy, że, według zasady ekwipartycji ~~[illegible]~~, stan równowagi pomiędzy skończonem ciałem materjalnem a skończoną próżną dziedziną jest wogóle niemożliwy. Skutkiem stosunku wymiany, całkowita energja materjalnego ciała, według zasady ekwipartycji, musiałaby przenieść się do próżni; temperatura promieniowania w próżni nie podniosłaby się, pomimo to, w sposób ocenialny. Próżnia okazywałaby nieograniczoną tendencję do odbierania i pochłaniania energji; do osiągnięcia równowagi między materją a próżnią potrzebaby było w ciałach materjalnych niewyczerpanych zasobów energji.

Dochodzimy zatem do wniosku, że zasada ekwipartycji energji *nie* stosuje się do równowagi promieniowania w próżni. Doniosłość

tego wyniku jest wielka. Wiadomo, iż w Kinetycznej Teorji Gazów możemy tylko wówczas określić pojęcie "temperatury gazu", gdy odwołamy się do pomocy zasady ekwipartycji energji; uzasadnienie pierwszych praw gazów doskonałych, praw Boyle'a, Gay-Lussaca, Avogadra, za pomocą kinetycznych założeń, zależy zatem od ważności, w przypadku gazów, tej zasady Mechaniki. Stąd widzimy, jak ważna jest zasada ekwipartycji, jak rozległe jest jej doświadczalne podłoże. Rola zasady ekwipartycji rozciąga się jednak daleko po za obręb teorji gazów; zawiera ona znaczną część zdobyczy wszystkich molekularnych teorj, jest i długo pozostanie zapewne kierującą formułą wszelkiej wogóle multytudynarnej teorji równowag w jakimkolwiek materjalnym układzie. Ażeby tylko jeden przykład przytoczyć: ruch Browna, oraz inne zjawiska molekularnej chwiejby w ważkich ośrodkach, opanowaliśmy, za przewodem Smoluchowskiego, Einsteina, Perrina i innych uczonych, dzięki niezachwianej pomocy, której zasada ekwipartycji *) użycza. Wszystko to wie-

*) Zasada równego podziału czyli ekwipartycji energji, przeczuwana przez Waterstona w r. 1845, w rozprawie wówczas nieogłoszonej, została odkryta przez Maxwella w r. 1859-ym, w przypadku szczególnym. Boltz-

my oddawna i pewnie; tymczasem w Teorji Promieniowania ta sama potężna zasada załamuje się, okazuje się jawnie daleka od prawdy. Oto jest fakt pierwszorzędny, z którym, od lat przeszło dwudziestu, nauka nasza naprózno usiłuje się zgodzić. Z pomiędzy

mann, który tej zasadzie oraz związanym z nią prawom Mechaniki i Termodynamiki poświęcił trzydzieści lat nieprzerwanego badania, rozwinął i uogólnił ją znacznie, wplatając ją ~~[illegible]~~ w ~~[illegible]~~ pasmo założeń teorji materji. W jednej z ostatnich prac swoich (1878) Maxwell powrócił do tego przedmiotu i nietylko ponownie rozszerzył zakres zasady podziału energji, lecz nadto, w polocie genjuszu, rzucił zarysy Statystycznej Mechaniki, nowej nauki, którą Rayleigh, J. J. Thomson, Lorentz, zwłaszcza zaś J. Willard Gibbs (1902) a następnie inni uczeni doprowadzili do wysokiego stopnia doskonałości. Rozwinięta i umocniona w ten sposób, wielokrotnie sprawdzona w zakresie prostszych równowag materji, zasada ekwipartycji energji budziła jednak zawsze wątpliwości lub opór; jeden z pierwszych przywódzców myślenia naukowego w XIX-em stuleciu, Lord Kelvin, był trwale (1891–1904) jej przeciwnikiem; Clausius zresztą, Boltzmann, Maxwell i inni wiedzieli oddawna, że zgodność z doświadczeniem niektórych wynikających z niej wniosków jest niedostateczna, tych mianowicie, które tyczą się kalorymetrji gazów o cząsteczkach wieloatomowych.

dzy lekcyj, które otrzymaliśmy w usiłowaniu zrozumienia Natury, ta negatywna jest jedną może z najwymowniejszych.

O zjawiskach odbywających się w materjalnych układach Dynamika, lub elektromagnetycznie uogólniona Dynamika, pozwala utworzyć obraz, który długo uważano za trafny w istotnych przynajmniej zarysach; dziś w tym obrazie dostrzegamy tylko graniczny, z pewnej niejako strony zdjęty widok materji. Jako wizerunek Natury, ten obraz jest niewątpliwie za prosty, za pozytywny, za prozaiczny (jeśli tak wyrazić się wolno), ażeby własności próżni, ażeby możliwości promieniowania mogły w nim się pomieścić. W dynamicznej konstrukcji teorji materji ukazywały się już zresztą skazy i rysy, niemal ginące w trudnych i nieścisłych rachunkach, niedostrzegalne wobec nieustannych i nieuchronnych naszych przybliżeń; w subtelniejszej teorji promieniowania te skazy i rysy przerodziły się w ostre rozłamy.

VII

Jeżeli równy, niejako sprawiedliwy podział energji pomiędzy falowania rozmaitych częstości nie jest prawdziwy, tedy zapytujemy: który podział, gdy równowaga jest osiągnięta, wybiera Natura?

Według Plancka: ten podział, który w danych warunkach jest najprawdopodobniejszy. Powinniśmy rozważyć, według Plancka, wszelkie w danych warunkach możliwe metody dokonania podziału i z pomiędzy nich wybrać sposób, którego prawdopodobieństwo jest najwyższe.

Ale jak obliczać prawdopodobieństwa rozmaitych sposobów dokonania podziału? Statystyczna metoda wzbogaca niezmiernie możliwości naszego myślenia, ale trudności, w które nas wikła, bywają zgoła niezwykłe. Rozważmy zadanie jeszcze raz od początku. Jak wiemy z § VI-go, mamy znaleźć, w danej temperaturze, w stanie równowagi, średnią energję upatrzonej częstości, obliczoną na jedno drganie fundamentalne według Jeansa lub, według Plancka, na jeden atomistyczny wibrator. W tym celu, zawsze w obrębie określonego widmowego przedziału, wypada nam znać prawo rozdziału energji na indywidualne drgania fundamentalne lub indywidualne wibratory Planckowskie. W podstawach teorji gazów Maxwell uchwycił i pokonał podobny problemat; w tej nauce rozpoczynamy badanie od szukania prawa rozdziału energji na indywidualne cząsteczki, z których, jak wyobrażamy sobie, składa się każde ciało gazowe. Ażeby zatem rozpoznać prawo rozdziału energji na drgania, wibratory albo cząsteczki gazowe, wyobraźmy sobie, jak to

Boltzmann w r. 1872-im po raz pierwszy uczynił, że energja, którą mamy obdarzać te (jak dla zwięzłości powiemy) rozmaite przedmioty, składa się z osobnych elementów, cegiełek lub części, z jednostek energji. Przypuśćmy, że N drgań, wibratorów, cząsteczek, N wogóle przedmiotów chcemy uposażyć n jednostkami energji. Przypuśćmy, że jest nam wiadomo, ile jest przedmiotów, z których każdy posiada określoną liczbę jednostek energji. Powiadamy, że wiadomo nam, ile przedmiotów; lecz niewiadomo nam, które; taki stan rzeczy nazwijmy rozdziałem energji. Jeżeli ponadto jest nam wiadomo, które przedmioty (znane nam, więc jakkolwiekbądź przez nas wyróżnione, naprzykład ponazywane) otrzymały wszelką daną liczbę jednostek energji, wówczas mówimy, że wiadomy nam jest rozkład energji w uważanym zespole przedmiotów. Każdy rozdział energji mieści w sobie widocznie rozmaite rozkłady; wiele, niekiedy bardzo wiele rozkładów składać się może na rozdział. Za miarę prawdopodobieństwa rozdziału Boltzmann i Planck poczytują liczbę rozkładów, które on obejmuje, które do niego należą. Innemi słowy, Boltzmann oraz Planck postępują, jak gdyby było rzeczą a priori widoczną, że rozkłady są wydarzeniami o jednostkowem, równem prawdopodobieństwie. Jednakże, z pewnego punktu widzenia, rozkłady są

znowu zawiłemi, wypadkowemi wydarzeniami. Gdybyśmy przypuścili, że, operując jednostkami energji, potrafilibyśmy każdą osobiście odróżnić, o tożsamości każdej jednostki przekonać się pewnie, wówczas rozkłady mogłyby wielu sposobami dochodzić do skutku; rozkłady byłyby wówczas bynajmniej nie równoważne, nie identyczne, prawdopodobieństwa rozdziałów wypadłyby zgoła inaczej aniżeli Boltzmann i Planck przypuścili; ich założenia nie są zatem a priori oczywiste ani konieczne. Ale żadna owocna w nauce metoda myślenia nie była aprioryczna.

Możnaby mniemać, biorąc rzecz powierzchownie, że wybór miary prawdopodobieństwa zależy od umowy; że możemy go dokonać dowolnie. Określenia pojęć, u wstępu nauki, są tylko pozornie dowolne. Tworzymy pojęcia, mniej lub bardziej świadomie, dla uporządkowania, dla uproszczenia i umocnienia wiedzy, którą posiadamy o pewnych zjawiskach. Ulegając względom historycznego rozwoju (a one są zwykle psychologicznemi i fizjologicznemi względami), wykształcamy te pojęcia stosownie do celów, które chcemy i które w chwilowem stadjum badania możemy osiągnąć. Tak mają się rzeczy również w zastosowaniu do Fizyki pojęcia prawdopodobieństwa. Od pierwszych prób mechanicznego lub statystycznego pojmowania treści uogólnień na-

szej nauki zaczęto dostrzegać podobieństwo, które między niem a sposobami rozumowania Rachunku Prawdopodobieństwa zachodzi. Idąc tą drogą, Boltzmann ustanowił wielkiej wagi twierdzenie: istnieje związek między prawdopodobieństwem rozdziału energji w układzie a jego entropją. Ale ów związek spełnia prawdopodobieństwo rozdziału, obliczone według Boltzmannowskiego określenia; inaczej obliczone prawdopodobieństwo go nie spełnia. Musimy powołać się na ten fakt, ażeby uzasadnić *a posteriori*, dlaczego w określeniu prawdopodobieństwa rozdziału idziemy za Boltzmannem, za Planckiem. Co tkwi na dnie tego faktu? czego można się z niego nauczyć? mimo długich dyskusyj, nie mamy niewątpliwej odpowiedzi na te i podobne pytania. A gdy twierdzenie Boltzmanna gra dziś coraz ważniejszą rolę w najtrudniejszych badaniach, utwierdzamy się jeszcze raz w spostrzeżeniu dość gorzkiem, że wielkie uogólnienia nauki, dopóki są owocne ~~[illegible]~~ i dobroczynne, bywają zazwyczaj najbardziej niejasne.

VIII

Gdy umiemy obliczyć prawdopodobieństwo każdego rozdziału energji, rzeczą prostego rachunku jest znalezienie najprawdopodobniejszego rozdziału w zakresie promieniowania każdej wybranej czę-

stości oraz średniej energji, która tem samem na jeden przedmiot przypada. Rozwiązanie tych zadań, jak wiemy z poprzedzających wywodów, jest rozwiązaniem całego zadania.

Idąc tą drogą, Planck został doprowadzony do słynnej formuły, która nosi jego nazwisko i która, o ile wiemy dotychczas, zgadza się dobrze z wynikami pomiarów, w granicach nieuniknionych błędów dostrzeżeń. Nie będziemy tu przytaczali formuły Plancka; zwrócimy raczej uwagę na najważniejszy wniosek, który z niej natychmiast wypływa. Oznaczmy przez $\underline{\varepsilon}$ elementarną ilość czyli jednostkę energji, o pewnej wybranej częstości; literom $\underline{k}$ oraz $\underline{T}$ zachowajmy ich przeznaczenie poprzednie. Formuła Plancka wskazuje nam wówczas, że średnia wartość energji jednego wibratora (lub drgania fundamentalnego) nie wynosi $\underline{kT}$, jak wymagałaby tego zasada ekwipartycji energji; stosunek tej średniej do $\underline{kT}$ nie równa się jedności, lecz zależy znów od stosunku $\underline{\varepsilon}$ do $\underline{kT}$. Wprawdzie średnia energja wibratora lub drgania dążyłaby do przybrania granicznej wartości $\underline{kT}$, gdybyśmy uczynili $\underline{\varepsilon}$ znikającą, lecz rzeczywistość nie pozwala na to przypuszczenie; gdy bowiem $\underline{\varepsilon}$ dąży do zera, formuła Plancka w granicy przeobraża się w prawo Rayleigha, wiemy zaś pewnie, że temu prawu doświadczenie stanowczo zaprze-

cza rzeczywistej ważności i prawdy. Musimy zatem pozostawić e skończoną w formule Plancka, różną od zera. Istnieją skończone quanta czyli jednostki energji; uczy nas tego, w oświetleniu rachunku, rzeczywistość promieniowania.

Taki wniosek opanowywa natychmiast nasze myślenie. Prawa tworzenia się związków chemicznych przyzwyczaiły nas oddawna do pojęcia chemicznego atomu, który jest atomem masy. Badanie zjawisk elektrolizy, ionizacji, katodowych promieni doprowadza, jak wiemy, do hypotezy elektronu, który jest atomem elektrycznego ładunku. Roztrząsając warunki równowagi promieniowania, czy odkryliśmy teraz quanta czyli atomy energji? Czy powinniśmy istotnie wyobrażać sobie spójne i łączne, niepodzielne, niezmienne jednostki promienistej energji? Czekają nas tu ~~natychmiast~~ ogromne trudności. Atomy chemiczne, przynajmniej w Chemji wczorajszej, klasycznej, są niezmienne; atom H lub O lub Cl jest elementem najprostszym, nietykalnym w (zwyczajnych) ~~zwykłych~~ reakcjach chemicznych. Elektron jest, podobnie, najprostszą, stałą jednostką ładunku w elektromagnetycznych zjawiskach. Jednostka e energji jest, przeciwnie, czemś złożonem, zależnem i zmiennem; według Plancka e zależy od częstości uważanego elementarnego promieniowania. Ażeby pozostać

w zgodzie z ogólnemi, termodynamicznemi prawami równowagi, Planck przypuścił, że jednostka e jest wprost proporcjonalna do częstości drgań promieniowania str. 145 lub odwrotnie proporcjonalna do jego długości fali. Zależna od charakteru, od tętna promieniowania, zmienna wielkość e nie może być trwałym, wiecznym atomem, nie może być elementem pierwotnym, z którego świat zjawisk jest zbudowany. Lecz jeżeli pomnożymy wielkość e przez okres τ drgania promieniowania ~~wstrząsanego~~, otrzymamy iloczyn $e\tau$ niezmienny. Iloczyn energji przez czas nazywamy w Dynamice działaniem; pewne ważne twierdzenie tej nauki nazywa się „zasadą najmniejszego działania". W nowoczesnej teorji quantów twierdzimy dziś zatem, że w fizycznych zjawiskach, lub przynajmniej w promieniowaniu, istnieje pewna stała i powszechna ilość, pewna norma działania; ta norma $e\tau$ lub też krócej h, jak za Plancka przykładem przyjęto ją pisać, wynosi

$$h = 6 \cdot 55 \times 10^{-27} \text{ erg} \times \text{sek}.$$

Gdybyśmy znali dokładnie postać praw, rządzących najdrobniejszemi przemianami Natury, wiedzielibyśmy zapewne, co znaczy h; w tym względzie Bohra teorja, która do normy h odwołuje się także, budzi

niejaką nadzieję. Zadawalniamy się tymczasowo (niewątpliwie abstrakcyjnem) założeniem, że uniwersalna stała $\underline{h}$ wyobraża minimum możliwego działania; z jednostek, z atomów $\underline{h}$ wznosimy rozmaitość ruchów i zmian w ostatnich okruchach dostępnego nam świata.

Jeśli od takiej quantowej, wręcz rewolucyjnej mechaniki powrócimy w myśli do dawnej, Newtonowskiej, klasycznej, doznajemy wrażenia, że owa uświęcona nauka była statystycznem przybliżeniem, że przeceniała prawidłowość "liczb wielkich", że niejako prześlizgiwała się po ziarnistości quantów $\underline{h}$ działania. Wiemy, że statystyczne twierdzenia, zwane naprzykład "prawem śmiertelności", "prawem urodzeń" i t. p., sprawdzają się wystarczająco w zastosowaniu do dziesiątek lub setek miljonów ludzkich jednostek; lecz nie tyczą się one, najoczywiściej, naprzykład pewnej rodziny, złożonej z kilku osób. Podobnie prawa gazowego stanu skupienia, prawa ściśliwości, rozszerzalności, rozprężliwości, dyfuzji, prawa wewnętrznego tarcia i przewodnictwa cieplnego w gazach obowiązują w olbrzymich zbiegowiskach molekuł; w miarę znacznego rozrzedzania gazowego ośrodka zaczynają odbiegać od prawdy. Prawa równowagi i prądów elektryczności, prawa elektrostatyki, elektrokinetyki, elektrolizy, indukcji sprawdzają się, gdy mamy

do czynienia z nieprzejrzanym zastępem swobodnych lub związanych elektronów; w nielicznej grupie ważność praw takich niknie, ich postać zmienia się całkowicie. Granice uprawnień klasycznej Dynamiki możemy wyobrażać sobie zupełnie podobnie. Według zasady ekwipartycji energji, średnia energja jednego wibratora, lub jednego drgania fundamentalnego, odpowiadającego pewnemu elementarnemu promieniowaniu (którego okres jest τ), powinna zawsze wynosić kT, działanie powinno wynosić $kT\tau$. Jeżeli działanie $kT\tau$ jest nieporównanie większe niż stała h, klasyczna Dynamika powraca do głosu, zasada ekwipartycji energji spełnia się, zatem jej bezpośrednie następstwo, prawo Rayleigha, powinno zgadzać się z prawdą. Wiemy istotnie, że własności zrównoważonego promieniowania zbliżają się ku normom, przepisanym w prawie Rayleigha, tem bardziej, im dłuższe są falowania lub im wyższa jest temperatura, ku którym zwracamy badanie; im krótsze są fale, im temperatura jest niższa, tem jaskrawszy rozłam stwierdzamy między wymaganiami Dynamiki a rzeczywistością, tem widoczniej zawodzi nas prawo Rayleigha, tem bardziej przewyższa ją quantowa formuła Plancka.

IX

Przytoczmy niektóre wyniki liczbowe, które pozwolą nam ująć zagadnienie z nowego punktu widzenia. Powiedzieliśmy w § VI-ym, że w każdej temperaturze natężenie zrównoważonego elementarnego promieniowania przechodzi przez największość dla pewnej częstości. Otóż w miejscu takiej największości średnia energja wibratora lub drgania fundamentalnego nie wynosi wcale kT, jak tego żąda zasada ekwipartycji, jest 29 razy mniejsza niż kT; przykład, w którym niemoc tej zasady okazuje się jawnie. W miejscu największości jedno quantum działania przypada przeciętnie na 145 wibratorów. Skoro quanta są niepodzielne, więc tylko bardzo nielicznym wibratorom udaje się pochwycić jedno lub kilka i przywłaszczyć je sobie; wszystkie inne są nieme lub, jak Kamerlingh Onnes wyraża się obrazowo, są zmrożone.

Tu zatem odsłania się nowy i bardzo istotny widok zadania. W teorji równowag promieniowania okazuje się zwykle, że w uważanym układzie jest mało quantów energji, tak iż znaczna większość wibratorów układu nie ma żadnego udziału w zjawisku. Wibratory wysokiej częstości będą z pewnością szczególnie upośledzone przy podziale energji; ponieważ quanta energji odpowiednie ich nastrojeniu są ogromne, rzadko więc wibrator okaże się przygotowany i zdolny

do wchłonięcia takiej naraz ilości, tem bardziej zaś wielokrotnej. Gdy zwłaszcza temperatura jest jeszcze stosunkowo dość niska, wibratory, które w chórze winnyby brzmieć najwyższemi tonami, będą zatem przeważnie pogrążone w milczeniu; stąd oczywiście wynika, że w składzie całkowitego, zrównoważonego promieniowania znajdzie się znacznie mniej krótkich falowań aniżeli wypadałoby z prawa Rayleigha. W takich razach mówimy, że układ jest ubogo uposażony w jednostki energji.

Do wprost przeciwnego typu równowag należą przypadki, które roztrząsamy zwyczajnie w kinetycznych teorjach. Gaz, do którego możemy stosować zwykłe założenia statystycznego rachunku, musimy poczytywać za układ sowicie zaopatrzony w jednostki energji. Podobne twierdzenie nie zawierałoby wcale treści, gdybyśmy przypuszczali, że energja zmienia się ciągłym sposobem; lecz jeśli istnieją przerywane quanta energji, ich liczba w danych warunkach jest określona i może być mała lub wielka w stosunku do liczby obecnych atomów albo cząsteczek. Plancka formuła promieniowania wymaga, jak wiemy, pierwszego założenia, mianowicie, iż układ jest skąpo obda-

rzony energją. W przeciwnym przypadku, gdy zasób quantów w układzie jest nadzwyczajnie obfity, znajdujemy się wobec zagadnień, obejmujących w sobie znane z Teorji Gazów zapytanie, jak rozdziela się energja gazu na jego indywidualne cząsteczki; rachunek prowadzi nas wówczas w granicy do słynnego prawa Maxwella, które przepisuje najprawdopodobniejszy sposób tego rozdziału. Mamy tu dwa skrajne i wprost sobie przeciwne, a przytem bardzo szczególne przypadki prawidłowości ogólniejszej ale zawiłej.

W cieczach, poniżej temperatury krytycznej, nie możemy oczekiwać takiego jak w gazach nadmiaru energji; ciecze zatem nie stosują się prawdopodobnie dokładnie do zasady ekwipartycji. Wiadomo istotnie, że odkryte przez J. D. van der Waalsa rozległe prawo termodynamicznej zgodności, uogólnienie, które Kamerlingh Onnes połączył z zasadami klasycznej Dynamiki, nie jest ścisłem twierdzeniem, że sprawdza się tylko w pewnym stopniu przybliżenia. Ten fakt możemy zapewn.[?], przynajmniej w części, przypisać niedoskonałemu stosowaniu się cieczy do zasady ekwipartycji energji.

Największych odstępstw od zasady ekwipartycji możemy spo-

dziewać się w termodynamicznem zachowaniu ciał stałych; taka hypoteza, która sama przez się wypływa z przyjętych założeń, stanowi myśl główną Einsteina molekularnej teorji budowy ciał stałych (1907). Wspominamy tylko dorywczo, w tem miejscu, o dalszych losach tej myśli. Okazało się przedewszystkiem, że znane empiryczne spostrzeżenie o cieple właściwem ciał stałych, dokonane przed stu laty (1819) przez Dulonga i Petita, jest wnioskiem, do którego łatwo prowadzi zastosowanie zasady ekwipartycji energji; odwołując się zatem do hypotezy quantów, tłomaczymy natychmiast przybliżoną ważność prawidła w niektórych przypadkach, jego zupełną niemoc wobec innych, zwłaszcza w niskich temperaturach czynionych doświadczeń; dochodzimy tą drogą do twierdzeń ogólniejszej postaci, w których reguła Dulonga i Petita mieści się jako graniczny przypadek. Gdy i te, przez Einsteina i innych uczonych podane, uogólnione twierdzenia są, jak okazało się, niedostateczne, P. Debye, skądinąd zaś Born i Karman opracowali w ostatnich czasach znacznie ogólniejszy i bardzo głęboki zarys molekularnego ustroju materji w stałym, lub lepiej powiedzmy krystalicznym jej stanie skupienia.

X

Gdybyśmy próbowali najogólniej wyrazić treść istotną zdobyczy, którą zostaliśmy wzbogaceni przez teorję quantów, musielibyśmy zapewne powiedzieć, że w fundamentalnych faktach promieniowania zauważyliśmy istnienie w Naturze pewnej nieciągłości; że odnaleźliśmy ją następnie w korowodzie innych zjawisk fizycznych, o których bardzo pobieżnie lub wcale nie wspominaliśmy w niniejszym szkicu ulotnym. Ale w czem ta nieciągłość? Planck wyobrażał ją sobie pierwotnie w procesach emisji oraz absorbcji, dokonywanych przez cząstki materji; później próbował ją ograniczyć do samej tylko emisji. Niels Bohr, jak widzieliśmy, dał założeniu Plancka postać konkretną i jasną, zagarniając zarazem pod panowanie teorji ogromne pasmo zjawisk spektralnych. Powracając poniekąd do optycznych wyobrażeń Newtona, Einstein, Stark, J. J. Thomson i inni uczeni chcieli upatrywać nieciągłość we właściwej budowie promieniowania, w jego niejako przestrzennem utkaniu. W najprostszej postaci nieciągłość, jak wiemy, występuje w pojęciu dynamicznego działania, które w czterowymiarowym Minkowskiego świecie staje się bardzo pierwotnem pojęciem ~~prostem~~; ale możemy ją według życzenia przesuwać do rozmaitych z kolei porządków myślenia. Umieścimy ją, być może, w geometrycznych poję-

ciach; ogłosimy próżnię za stwór popękany, nieciągły. Zgodzimy się kiedyś zapewne, że czas jest atomistyczny, jak już nawpół ironicznie zalecał Poincaré. Ale pozbyć się nieciągłości nie potrafimy żadnym sposobem. Powzięliśmy podejrzenie, że jakowaś nieciągłość tkwi gdzieś w głębi świata wydarzeń; a jest to myśl świeża i silna, która może się wsączyć do całego naszego sposobu pojmowania Natury, która może wszystko przekształcić, co nie jest z nią zgodne.

Dziś jednak w Optyce natrafia na nieprzezwyciężone trudności. Zasób doświadczeń, nagromadzonych w Optyce przez przeciąg kilku stuleci, zasób bogaty i ścisły i pewny, stoi w rażącej sprzeczności z jakąkolwiekbądź hypotezą świetlnych przesyłek, ładunków albo pocisków. Wobec precyzji zjawisk optycznych myśl quantów wydaje się ~~nawet~~ nietylko bezsilna, zbyteczna, lecz sama z sobą niezgodna. Tylko skończony ciąg promienistych w próżni zaburzeń może wyniknąć z emisji skończonej ilości energji; tylko skończony ciąg może dać powód do absorbcji skończonej ilości energji. Tymczasem zwykłe pojęcia długości fali oraz częstości lub okresu drgania nie stosują się wcale do skończonego, do urywającego się ciągu falowań; są to pojęcia oznaczone i jasne w nieskończonym tylko, w wiecznie trwającym, w nieograniczenie rozległym ciągu, którego amplituda jest bez-

względnie stała. A zatem pojęcia długości fali, częstości i okresu drgań nie mają określenia w quantowych teorjach; gdy w tych teorjach piszemy $\underline{n}$, $\underline{\lambda}$ lub $\underline{\tau}$, grozimy Naturze narzędziem, które strzaskaliśmy sami.

Ufajmy jednak przyszłości; niezrozumiałe dzisiaj zagadki jutro, uśmiechu pełne jutro zapewne wyjaśni. W panującej jeszcze ciemności, pod dotknięciem ogromnej, choć nam samym dotychczas niejasnej idei, nieoczekiwany, rozgałęziony splot prawdy z nieobjętego pola rzeczywistości wyrasta.

---

191 a

VIII. Przemówienie, w dniu 6-ym września 1917-go roku, wypowiedziane nad trumną Marjana Smoluchowskiego.

Staję przed Wami, Żałobni Słuchacze, w przygniatającem uczuciu osierocenia. Pragnę złożyć wyrazy hołdu i żalu nad tą oto trumną imieniem Polskiej Akademji Umiejętności, z której polecenia przemawiam.

W pełni sił, w rozkwicie twórczości, odchodzi nas jeden z najświetniejszych umysłów, któremi chlubiliśmy się w naszej Rzeczypospolitej Nauk. Marjan Smoluchowski zapisał swe imię niezatartemi zgłoskami w dziejach poznawania i pojmowania Natury. Zebrał bogaty plon odkryć, rzucił hojny siew myśli, których owoce przypadną pokoleniom następnym. Czystą i gorącą miłością kochał naukę i oddawał jej, bez rachuby i miary, usilny trud całego żywota. Myśl jego dziwiły i przykuwały wszystkie te rzeczy, które ‖ nie od wczoraj są ‖, o których, skąd wzięły się, nikt nie umie powiedzieć. Bystrym, przenikliwym wzrokiem wpatrzony w zrozumiałość Natury, wrażliwy na jej ukrytą harmonję, szczęśliwy swą pracą, wynagrodzony dokonanemi dziełami, wolny nawet od owej gory-

czy,

która nieraz trzeba przypłacać umysłowy wysiłek, szedł krokiem swobodnym i pewnym ku podniosłym zadaniom, które sam postawił był sobie. Niestety, już przeszedł przez życie, już stanął u wrót, które przed człowiekiem potęga śmierci dopiero otwiera; już jest w tej krainie, na którą, ponad całun zniszczenia, rzucamy nadzieję.

Podziwialiśmy go od tak dawna, pokochaliśmy go później tak bardzo serdecznie; dzisiaj musimy go już opłakiwać. Słowa zamierają na ustach, myśl zdumiewa się pod uderzeniem takiego nieszczęścia; serce krwawi się, ~~#~~ tajne struny duszy drgają krzykiem zgrozy!

Wysokim lotem szybowały myśli Zmarłego ponad widnokręgiem rzeczywistości. Ale jest-że myśl ludzka prostą czytelniczką ustanowienia dzieł Stwórcy? Czy śni tylko ogromy, w których nie znajduje dna ani kresu? Czemże jesteśmy i czy wogóle jesteśmy, zgubieni śród bezmiaru pozorów? Czujemy się echem Przedwiecznej Twórczej Potęgi, Mocy Bożej. Ona wzniecia tego ducha, który sięgał tajemnic; Ona go dziś odwołuje nieubłaganem zrządzeniem; w Niej (się rozpłynął), do Niej powrócił, jak kiedyś świat, świat migotliwy, powróci. —

cały

192

IX. Błękit nieba.

Niebiosa są błękitne; o tem wiemy wszyscy; każdej chwili, w dniu nienazbyt pochmurnym, możemy dokonać tego spostrzeżenia. Któż jednak zastanawia się nad zjawiskiem, dostrzeganem codziennie? Przez tysiące lat sklepienie niebieskie zamykało się wspaniale ponad szaleństwem i ponad cierpieniem mrowia ludzkiego; przez tysiące lat unosiło się niedosiężnie ponad granicą lotu myśli człowieka. Dopiero pomiędzy 1871-ym a 1899-ym rokiem Lord Rayleigh, w Terling Place, w Anglji, po raz pierwszy na tej planecie zrozumiał, dlaczego niebiosa są błękitne. Idąc za rozumowaniem wielkiego angielskiego myśliciela, zaczynamy pojmować, że owa gra barw, na którą spoglądamy codzień obojętnie, może odsłonić nam nieoczekiwane widoki urządzenia rzeczy w Naturze. Gdy w niej cośkolwiek zdołamy zrozumieć, świat zawsze nas dziwi, zawsze nas olśniewa; myśl wyrywa się wówczas radośnie z ciasnego koła potocznych ludzkich zabiegów.

I

Wyobraźmy sobie ośrodek gazowy, jak atmosferyczne powietrze, złożony z olbrzymiej liczby maleńkich cząsteczek, t. zw. molekuł. Powiadamy, że, w jakiejbądź dostrzegalnej objętości, wypełnionej gazem

normalnej gęstości, liczba cząsteczek jest olbrzymia; liczbę tę znamy dzisiaj dokładnie. W temperaturze 0°C i pod ciśnieniem jednej atmosfery (czyli w t. zw. warunkach normalnych) każdy sześcienny centymetr gazu doskonałego zawiera 27×10^{18} molekuł. Pomimo, że jest ich tak wiele, cząsteczki gazów, w warunkach normalnych, nie są bynajmniej gęsto nagromadzone. Cząsteczki są niezmiernie drobne, są niezmiernie małe w stosunku do odległości, które oddzielają je od siebie zwyczajnie; gaz zwykłej gęstości jest niemal próżnią, zamąconą przez znikający ślad tylko materji. Na litr wodoru, w warunkach normalnych, przypada 0.00009 litra substancji wodoru, czyli czegoś, co mniej albo więcej jest istotnie materją; reszta zaś, t.j. 0.99991 litra, przypada na próżnię. Widzimy, że w gazie normalnej gęstości oceany próżni oblewają dokoła dalekie od siebie wysepki materji.

Cząsteczki gazów nie pozostają w spoczynku; przeciwnie, biegną wciąż, we wszystkich kierunkach, pośpiesznie, bezładnie. Gdy dwie cząsteczki spotykają się ze sobą, załamują drogi, odwracają kierunki; odskakując od siebie, poruszają się zwykle zupełnie inaczej aniżeli biegły przed spotkaniem. Stąd wynika, iż cząsteczki gazów, chociaż są rzadko rozsiane, przeszkadzają sobie nawzajem niezmiernie; stąd wynika, że posuwają się na-

przód bardzo powoli, jakkolwiek mkną naogół z prędkością ogromną. W normalnych warunkach temperatury i ciśnienia cząsteczka wodoru biegnie średnio z prędkością około 1700 metrów na sekundę; lecz ponieważ w ciągu każdej sekundy odbywa około 9-ciu miljardów spotkań z innemi cząsteczkami, zatem bez zakłócenia, bez starcia, może dążyć prosto przed siebie zazwyczaj tylko przez czas bardzo krótki i przeciętna swobodna jej droga wynosi tylko około 0.00002 centymetra. Rozumiemy teraz, że cały ów tłum molekularny szamoce się wciąż w gorączkowym tumulcie. Co chwila, w tym wrzątku wydarzeń, dzieje się coś, co jest najmniej spodziewane. Gdzieś w gazie gromadzi się nagle zbiegowisko cząsteczek, ale rozprasza się zaraz; to znowu któraś cząsteczka wyskakuje ze zgiełku z nadzwyczajną, niebywałą prędkością, ale pozostałe cząsteczki odbierają jej tę prędkość natychmiast. Fantastyczne zdarzenia trafiają się zrzadka, jak śród ludzi, tak w społeczeństwie molekuł. Ale wszystko, co stało się, przemija natychmiast; wszystko dzieje się, wszystko znika, wszystko dokonywa i rozchwiewa się z zawrotną szybkością.

II

Przypuśćmy, że przez taką burzliwą hałastrę dygocących cząste-

czek płynie fala świetlna, czysty i spokojny dźwięk próżni powszechnej. Przypuśćmy na chwilę, że jest to fala jednorodna, prosta, niezmienna, perjodyczne wstrząśnienie określonej i stałej częstości. Wyobraźmy sobie, że fala ta biegnie z nieskończonej oddali, przez bezbrzeżne puste przestworze; nazwijmy ją, dla zwięzłości, falą pierwotną. Dopóki gra w próżni, fala pierwotna nie roni nic z właściwej swojej energji; dopóki przez próżnię się szerzy, snop fali pierwotnej niesie nienaruszony strumień energji, który nie ucieka, nie rozprasza się w żadnym ubocznym kierunku, ani też nie przeobraża się w żadną inną postać energji.

Dopadłszy granicy materjalnego ośrodka, fala przenika do wnętrza; ale i tam biegnie tylko przez próżnię; tylko próżnia jest dość doskonała, ażeby ją mogła roznosić. Wiemy, że w gazach jest mało właściwej materjalnej substancji; gazy są to bardzo rozcieńczone roztwory materji w próżni. Fala pierwotna biegnie więc przez puste obszary, które oddzielają od siebie cząsteczki; po drodze musi jednak uderzać o rozsiane fragmenty materji. Co dzieje się wówczas? Jaki jest mechanizm oddziaływania pomiędzy falą a materjalnym atomem? Jest to pytanie fundamentalne w zagadnieniu, którem jesteśmy obecnie zajęci. –

Możemy odpowiedzieć na to pytanie, w obecnej chwili stosunkowo najłatwiej, w elektronowej teorji budowy atomu. Według tej teorji, materjalne atomy zawierają w sobie, oprócz innych części składowych (t. zw. jąder dodatnich), drobne elektryczne punkciki, elektrony, obdarzone stosunkowo znacznemi, ujemnemi elektrycznemi ładunkami oraz bardzo małemi, pozornemi masami. Z pomiędzy elektronów atomu, niektóre są w nim, być może, trzymane na uwięzi; inne krążą w nim bystro, mniej więcej podobnie jak planety w układzie słonecznym. Przypuśćmy, że na taki zawiły elektryczny budynek spada elektromagnetyczna fala, która otacza i przenika go nagle. Elektrony, które znajdowały się dotychczas w spoczynku, poczynają drgać; te, które krążyły po regularnych orbitach, zataczają odtąd drogi nowe, zwichrzone, odmienne od dawnych. Od rozkołysanych, od zakłóconych w obiegu elektronów dążą przez próżnię drobniutkie, molekularnie znikome elektromagnetyczne zaburzenia; nazwiemy je krótko falami wtórnemi *). Dokoła zatem każdego atomu, wstrząsa-

*) W opisany sposób, według wszelkiego prawdopodobieństwa, wytwarzają się fale wtórne dokoła atomów. Fale pierwotne, wysyłane przez materjalne atomy, powstają inaczej, jak widzieliśmy w poprzednim rozdziale tej książki. Dalszy bieg myśli w obecnym naszym wywodzie nie zmieniłby się zresztą istotnie, gdybyśmy, chcąc uniknąć dzisiej-

nego przez falę pierwotną, szerzy się drobna fala wtórna; nieustannie wzbudzana przez atom, fala ta nieustannie od atomu ucieka. Skąd pochodzi energja, którą niesie w sobie ta fala? Wybiegając z atomu, fala wtórna odbiera mu energję, którą dalej przewodzi; atom zaś czerpie energję z fali pierwotnej; każda więc fala wtórna musi w drobnej mierze hamować i tamować falę pierwotną, musi z niej wydobywać, za pośrednictwem atomu, pewną małą ilość energji, którą roznosi następnie we wszystkich kierunkach przestrzeni. Energja falista nie ginie ani przeobraża się istotnie w takim procesie, ale rozsiewa się, gubi się ~~w przestrzeni~~; mówimy, że promieniowanie rozprasza się. Dopóki fala pierwotna pędzi przez próżnię, jej strumień energji, choć w podskokach, leje się bez uszczerbku w określonym kierunku. Gdy jednak, dobiegłszy gazowego ośrodka, przedzierać się musi przez chaos molekuł, fala bryzga pianą bezładną, która w nią wsiąka, zmienia jej ustrój i wyczerpuje jej pierwotną żywotność".

Co dzieje się w gazie, możemy wyobrazić sobie, jak nastę-

---

szego dualizmu optycznych teoryj, próbowali zastosować również i do wtórnego promieniowania atomów hypotezę katastrof, która, jak wiemy, szczęśliwie tłomaczy pochodzenie promieniowania ich pierwotnego.

puje. Wybieramy którykolwiekbądź punkt M owych pustek, które rozciągają się pomiędzy cząsteczkami materji. Którykolwiek punkt M tych odstępów wzięliśmy pod uwagę, możemy być pewni, że krzyżują się w nim miljardy miljardów maleńkich zaburzeń, które z miljardów miljardów bliższych i dalszych atomów wzięły początek. Krzyżując się, niezliczone te wstrząśnienia zespalają się z sobą; jednoczą się one zarazem z falą pierwotną, która przebiega te same obszary; wszystkie te bowiem zjawiska faliste są okresowe w jednakim rytmie, są zmienne z tą samą częstością. Musimy jednak rozumować ostrożnie i wystrzegać się wniosków pośpiesznych. Kojarząc się z sobą, fale wtórne, pochodzące od dwóch różnych atomów, niezawsze wzajemnie wzmacniają się; mogą się one również osłabiać, mogą się nawet zobojętniać i znosić. Wszelka fala składa się ze zjawisk wektorjalnych, z których każde odbywa się w określonym kierunku. Przypuśćmy, że pod wpływem fali, biegnącej z atomu A, powinno odbyć się w chwili t, w punkcie M, pewne elektryczne zjawisko, skierowane wprost przeciwnie niż to, które w tej samej chwili, w tym samym punkcie wywołałaby fala idąca z atomu B; skutki tych fal wówczas sprzeciwiają się sobie, wynik zespołu dwóch fal może być słabszy niż efekt jednej fali

składowej; wynik ten nawet może być zerem.

Dopóki mówimy o wzajemnem nakładaniu się na siebie dwóch wtórnych fal, zagadnienie jest określone; możemy je rozwiązać bez głębszej trudności. Lecz skoro pragniemy zrozumieć bieg promieniowania przez molekularny ośrodek, musimy rozważać interferencję, w danej chwili i w danym punkcie ośrodka, niezmiernej liczby fal wtórnych, których mnogość i rozmaitość jest nie do objęcia. Takie zagadnienia w istocie nie są nierozwiązalne; ale przez nadmierną wielość wiadomości, które byłyby potrzebne do rozwiązania, stają się nieoznaczone. Na szczęście, zagadnienia fizyczne, które uchylają się z pod władzy dawniejszych deterministycznych metod nauki, podpadają tem samem w zmienionej postaci, pod możność i zdolność statystycznego sposobu rozumowania; nazwa jest trafna, albowiem znany pod nią piękny i szczodry prąd rozpoznania kieruje się myślą przewodnią, którą t. zw. matematyczna Statystyka oraz inne zastosowania lub działy Rachunku Prawdopodobieństwa oddawna są przesiąknięte. Spoglądamy dziś w Fizyce na stany i zmiany w otaczającym nas świecie mniej więcej podobnie jak meteorolog regestruje opady atmosferyczne w Islandji lub około przylądka Dobrej Nadziei, jak demograf zapisuje urodzenia i zgony

w Indjach lub Chinach, jak historyk przebiega w myśli tysiącoletnie zamęty wędrówek i walk ludów i ras w dolinie Eufratu lub Nilu. Nie zapytujemy o szczegóły, których nikt nie potrafiłby objąć; szukamy tylko wielkich sum lub przeciętnych. Nasza zdolność myślenia nie pozwala nam zwykle wpatrywać się w świat bystrzej i dostrzegać w nim więcej; zmysły nie mogą zapoznawać z drobiazgami wydarzeń, które widzimy, jak z wyniosłego szczytu górskiego, przez mgłę oddalenia. Oddawna, lecz nieświadomie Fizyka rządziła się temi prawdami; w naszych czasach zaczyna kierować się niemi odważnie i konsekwentnie. Największe uogólnienia naszej nauki okazują się spostrzeżeniami o zastępach atomów, o rojnych chmurach elektronów, o splotach wektorów i pól, o zbiegowiskach wydarzeń i wrażeń. Przykładem takiego twierdzenia jest zasada Carnota, szerokie, wspaniałe spojrzenie na wszechświat, ślizgające się jednak ogólnikowo po rubieży rzeczywistości. Prawa Statyki i Dynamiki, prawa Hydrostatyki i Hydrodynamiki, prawa zjawisk sprężystych, kapilarnych, elektrycznych, magnetycznych, elektromagnetycznych i chemicznych są podobnie najczęściej statystycznemi prawdami.

Na przeciętnych poprzestaje także Optyka molekularna. Rozmieszczenie cząsteczek gazu w przestrzeni, w pewnej dowolnej chwili,

jest dziełem przypadku; rozdział faz ich wewnętrznych przemian i przejść jest nieobliczalny. W rozkładzie cząstek, w ich biegu, w ich chwiejbie i wirze niema ładu, systematu, porządku; bujny świat molekularny żyje nieprzejrzaną mnogością zdarzeń odrębnych, niepodległych, niezależnych nawzajem od siebie. Dlatego rozwiązanie zadania o interferencji molekularnych fal wtórnych jest statystycznie możliwe w przypadku gazowego ośrodka. W gazie, jak Rayleigh pokazał, fale wtórne pomagają sobie naogół, sprzysięgając się w walce z falą pierwotną. Wzdłuż całej drogi, którą fala pierwotna toruje sobie w ośrodku, mocuje się ona nieprzerwanie z zespołem fal wtórnych; w tych zapasach wyczerpuje się powoli energja fali pierwotnej, jej charakter poczyna stopniowo się zmieniać; fala omdlewa i cichnie, nadto biegnie powolniej. Powiadamy, że fala załamuje się w przejściu z próżni do materjalnego ośrodka; o samym ośrodku mówimy, że rozprasza falę, że optycznie jest mętny. Choć w drobnej mierze, każdy gaz musi być mętny, albowiem jest kapryśnie niejednolity, albowiem jest rojem niezgodnie brzęczących cząsteczek, jest mgławicą, którą wstrząsają niekończące się kolebania i dreszcze; albowiem to, co jest w nim właściwie materją, trzęsie i miota się w nieustającem szaleństwie. –

||||| (str. 160) kończy się

Jakże odmienny musi być przebieg wydarzeń w architekturze kryształu! Kryształ (lub może raczej nasz ideał krystalicznego ośrodka) jest układem spójnym i zwartym, składa się bowiem z atomów solidarnych i karnych. Gaz jest luźną zbieraniną swawolnych cząsteczek, nie troszczących się wcale o jedność; wynikiem ich brzmień jest szmer, szary i mdły jak szum odległego morza. Kryształ jest chórem zestrojonych atomów; gra wyraźnie i dźwięcznie, harmonijnym zespołem, nieporównanie czyściej i przezroczyściej aniżeli nasze orkiestry. Biegnąc przez gazowy ośrodek, wiązka świetlna ugina się zatem, bryzga, rozprasza się, w stosunku do słabej gęstości ośrodka, bardzo obficie; w krysztale to rozpraszanie, mimo stłoczenia atomów, jest conajwyżej nieznaczne, do dzisiejszego dnia nawet jeszcze wątpliwe*). Przeciwnie, rozpraszanie się światła w gazach jest

*) Obecny Lord Rayleigh (syn i dziedzic nazwiska wielkiego badacza, którego dziełem zajmujemy się w szkicu niniejszym) dostrzegł w roku 1919-ym rozpraszanie się światła w bloku przezroczystego kwarcu, lecz przypisuje je wpływom ubocznym. Do nieco odmiennych wniosków doszedł prof. C.V. Raman z Kalkutty w r. 1922-im.

Ażeby objaśnić myśl powyższego wywodu na prostym przykładzie, wyobraźmy sobie doświadczenie następujące. Przygotujmy pewną ilość szkła zmielonego na proszek; takie szkło jest nieprzezroczyste. - Spo-

dziś niewątpliwe; po raz pierwszy dostrzegł je Exner; późniejsi badacze: J. Cabannes w Marsylji, dzisiejszy Lord Rayleigh w Londynie, niemiecki uczony R. Gans, prof. C. V. Raman w Kalkucie, nieodżałowany nasz M. Smoluchowski w Krakowie postawili sobie podobne zadania i znaleźli w zasadzie tę samą odpowiedź.

III

Wyobraźmy sobie kulę promienną, którą nazywamy słońcem i naprzeciw niej naszą małą, wystygłą planetę, otuloną w stosunkowo dość sporą i zawiłą atmosferę gazową. Słońce przyrządźmy mieszaninę benzolu i dwusiarczku węgla, której spółczynnik załamania byłby równy spółczynnikowi załamania użytego gatunku szkła. Gdy szklany proszek oblejemy taką mieszaniną, wyda się zupełnie przezroczysty. Wzajemne dostosowanie spółczynników załamania nie może rozciągać się jednak do wszystkich zakresów widma, ponieważ dyspersja szkła różni się od dyspersji mieszaniny benzolu i dwusiarczku węgla. Gdy spoglądamy zatem przez zalany cieczą szklany proszek, widzimy, że źródło światła, w powietrzu bezbarwne, wydaje się zabarwione.

syła nam fale promieniowania, które muszą przedrzeć się przez atmosferę, zanim dotrą do powierzchni ziemi. Z poprzedzających objaśnień wynika, że promieniowanie słoneczne nie dobiega nas w pełni początkowego swego natężenia. Wiadomo o tem istotnie oddawna, że atmosfera ziemi nie jest doskonale przezroczysta. Dzięki badaniom mnóstwa uczonych, dzięki zwłaszcza długoletniej, wytrwałej pracy astrofizyków amerykańskich C. G. Abbota i F. E. Fowle'a, znamy dzisiaj dokładnie rodzaj i miarę przezroczystości naszej atmosfery. Prawda, że ta atmosfera, przeważnie zresztą tylko w dolnych swych warstwach, unosi w sobie zmienne ilości kurzu, pyłu, kryształków lodu i innych stałych okruszyn, nieraz mgłę i leciutkie chmurki, złożone z maleńkich wodnych kropelek; prawda, że przez tę atmosferę biegnie nietylko bezpośrednie, pierwotne promieniowanie słoneczne lecz również światło rozsiane przez nią samą a także odbite od chmur i od powierzchni ziemi. Lecz umiemy obliczać, rugować albo okrążać rozmaite te zakłócenia i uboczne wpływy; wiemy dzisiaj, że, w oderwaniu od nich, powietrze atmosferyczne nie jest ściśle przezroczyste; wiemy, że jest mętne, właśnie w tym stopniu, jakiego każe oczekiwać teoretyczny rachunek. Że na drodze czystego rozumowania może-

my przepowiedzieć, jakie są, jakie muszą być optyczne własności powietrza, nie jest-że to zadziwiającem zwycięstwem nad otaczającą nas mgłą niepojmowania?

Przypomnijmy sobie obecnie, co nam z pierwszych zasad wiedzy wiadomo: światło słoneczne nie jest jednorodne; żadne światło białe, żadne wogóle światło nie jest jednorodne. Niema w Naturze, ani też możemy wytworzyć w pracowni fizycznej, promieniowania ściśle jednej barwy, jednej częstości. Każde promieniowanie jest odmętem naogół niezwiązanych zaburzeń, albowiem każde pochodzi od zbiegowisk atomów; każde zresztą ludzkie świetlne wrażenie jest sumą rozpościerającą się na długie eony indywidualnych atomistycznych przebiegów, na nieprzejrzane stłoczenia i nagromadzenia ich wpływów. Mimo to jednak, że światło słoneczne jest taką plątaniną wydarzeń, możemy je przecież przedstawić (dzięki matematycznym metodom Fouriera) w postaci gamy czystych tonów optycznych, w postaci kompleksu fal prostych czyli elementarnych; ale częstości tych fal muszą przebiegać wszystkie możliwe wartości, od najmniejszych aż do największych; ich barwy muszą przybierać wszystkie odcienie, nietylko te, które pomiędzy fioletem a czerwienią widzialnego widma się mieszczą, lecz i te wszystkie, po za krańcami widzenia

leżące, których nie zdoła wyśnić niczyja wyobraźnia malarska. Możemy przypuszczać, że każde z tych elementarnych falowań jest obecne w promieniowaniu słonecznem, że każde ma własną częstość drgań, sobie właściwą; że każde uderza o cząsteczki powietrza i rozpryskując się, strzela we wszystkich kierunkach. W spotkaniu tętniącej próżni z rozigraną materją energja w różne strony tryska jak świetlista fontanna. Czy jednak to rozpylanie energji w rozmaitych elementarnych promieniowaniach, w rozmaitych falach składowych słonecznego światła odbywa się jednakowo? Fale elementarne różnią się między sobą częstością. Zapytujemy zatem, czy rozpraszana przez atom w jednostce czasu energja zależy od częstości falowań: pierwotnego, które nań spada i wtórnego, które on od siebie odrzuca? Na to pytanie rachunek daje odpowiedź, która rozstrzyga o zagadnieniu naszem obecnem. Ilość rozpraszanej energji jest caeteris paribus proporcjonalna do czwartej potęgi częstości, jest zatem nader niejednakowa dla rozmaitych falowań, składających (choćby w zakresie widzialnego widma) promieniowanie słoneczne. Za granice widzialnego widma poczytuje się zwykle te jego miejsca, w których długość fali wynosi

0.000039 cm. oraz 0.000080 cm.

części, których nie zdoła wyjaśnić nasze wyobrażenie materialne. Łatwiej przypuszczać, że każde z tych elementarnych falowań jest obecne w jednorodnym strumieniu, że każde ma własną częstość drgań, inną długość; że każde stanowi z cząsteczki promienia i rozchodząc się, składa się z wszystkich kierunków. W świetle białym przez z różnego rodzaju energia w różne strony, tęczy jest ona rozłożona. Czy jednak to rozpylanie energii w rozmaitych elementarnych promieniowaniach, w rozmaitych falach składowych pierwszego światła [illegible] się jednakowo? Fale elementarne różnią się między sobą częstością. Zapytujemy zatem, czy rozpraszana przez atom w jednostce czasu energia zależy od częstości falowania? Przecież wiemy, że [illegible] mała fala i szybszego, który od [illegible] drgania. Na to pytanie odpowiedź daje obserwacja, która rozstrzyga się za jednym naszym obecnym. Ilość rozpraszanej energii jest ceteris paribus proporcjonalna do czwartej potęgi częstości, jest zatem wielce niejednakowa dla rozmaitych falowań, które znajdujemy (choćby w zakresie widzialnego widma) promieniowanie słoneczne. Za granice widzialnego widma przyjmuje się zwykle te jego miejsca, w których długość fali wynosi

0.000039 cm. oraz 0.000080 cm.

Granice te zależą wprawdzie od wrażliwości wzroku obserwatora; możemy je przecież przyjąć, jako przybliżone średnie, za podstawę oszacowania. Stosunek drugiej długości fali do pierwszej wynosi 2·05; czwarta potęga tej liczby jest 17·7. Rozsiewanie energji falistej odbywa się zatem 17·7 razy usilniej w najkrótszem, fioletowem promieniowaniu widzialnem aniżeli w czerwonem, najdłuższem. Ten wynik rachunku wyjaśnia, dlaczego niebo wydaje się błękitne. Tak zwaną barwę nieba poznajemy dzięki rozrzucanemu przez cząsteczki powietrza, dzięki rozsypywanemu przez nie wtórnemu promieniowaniu; otóż obecnie widzimy, że w tem promieniowaniu fioletowe składniki muszą znacznie przeważać nad wszelkiemi innemi.

Zrozumieliśmy dotychczas jedną stronę zjawiska; pozostaje druga, niejako odwrotna. Przekonaliśmy się, że z pomiędzy falowań, wirtualnie zawartych w promieniowaniu słonecznem, każde tem bardziej jest rozpraszane w atmosferycznem powietrzu, im jego częstość jest większa, im jego długość fali jest mniejsza. Gdy zatem dobiega powierzchni ziemi, promieniowanie słoneczne musi zawierać stosunkowo więcej energji długich falowań, mniej krótkich, aniżeli jej zawierało w swoim składzie pierwotnym. Największego wzbogacenia promieniowania w długo-

falowe, czerwone składniki powinniśmy oczekiwać, gdy słońce zachodzi lub wschodzi; promieniowanie słoneczne przeciska się wówczas przez stosunkowo najgęstsze warstwy atmosfery; gdy słońce wznosi się wysoko, w okolicy zenitu, droga promieniowania prowadzi przez warstwy przeważnie rozrzedzone i zatem mniej czynne. Wiemy w istocie, jak tragicznie słońce umie zachodzić i wschodzić. W południe słońce sieje na ziemię blask złoty; lecz gdy # na dnia hasło, pęk ogniów wylata #, gdy # oko słońca wrzeszło #, wówczas

...... jeszcze nieco senne,
Przymruża się, drżąc wstrząsa swe rzęsy promienne,
Siedmią barw błyszczy razem: szafirowe razem,
Razem krwawi się w rubin i żółknie topazem.

Jakże mamy rozumieć te zjawiska? niewątpliwie są bardzo zawiłe. Musimy o tem pamiętać, że nieśmiałe rumieńce brzasku i rozpasane purpury wieczornej pożogi płoną w ośrodku niejednolitym i z dnia na dzień zmiennym. Musimy niewątpliwie przypisać znaczny udział w tych zjawiskach uginaniu światła, sprawianemu przez różne kropelki, igiełki, odrobiny i mgły rozsiane śród tłumu gazowych molekuł powietrza. Lecz możemy

być pewni, że i samo czyste i suche powietrze wzbogaca w żółtawe i czerwone składniki światło, które przepuszcza; spółczynnik ekstynkcji powietrza w okolicy długości fali 0·00007 cm. jest 10 razy mniejszy aniżeli w pobliżu długości fali 0·00004 cm.

Przed Lordem Rayleigh, a nawet i po nim, przypuszczano niekiedy, że przyczyna błękitu niebios leży w zwykłem pochłanianiu (czyli absorbcji) promieniowania przez tlen, azot, ozon, przez parę wodną lub wodę utlenioną; sądzono, że wszystkie te ciała lub niektóre z nich są (w przenikającem je świetle) błękitne. Gdyby to zapatrywanie było uzasadnione, wschodzące lub zachodzące na niebie słońce musiałoby dla nas przybierać barwę błękitną.

IV

Doznajemy nieustannie wrażeń zmysłowych; dla każdego z nas życie jest nieprzerwanym gwarem wrażeń zmysłowych, różnorodnych, splątanych i bezmiernie zawiłych, niekiedy tak ostrych, że nas bolą i ranią, często tak niejasnych, tak nieujętych, że nie potrafilibyśmy ich nazwać w żadnym ludzkim języku. Tę rozmaitość i mnogość wrażeń zmysłowych gromadzimy w umyśle od wczesnego dzieciństwa; świadomie i nieświa-

być pewni, że i samo [illegible] i suche powietrze [illegible] w [illegible] [illegible] i czerwone [illegible] światło, które przepuszcza, i [illegible] [illegible] elektrycznej [illegible] w której długość jest 0.0007 cm. [illegible] 10 razy mniejszy [illegible] w [illegible] długość fali 0.00007 –

Przed Lordem Rayleigh, a nawet i po nim, przypuszczano niektórzy, że przyczyna błękitu nieba leży w zupełnym pochłanianiu (czyli absorbcji) promieniowania przez tlen, azot, ozon, przez pary wodne lub małe [illegible], i sądzono, że [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] błękitne). Gdyby to zapatrywanie było uzasadnione, [illegible] [illegible] [illegible] na [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] barwy błękitnej.

IV

Przechodzimy [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], do każdego z nas [illegible] jest [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible], [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible], że nas [illegible] i [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible], że [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] w [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] i [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] w [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] i [illegible]

domie, wciąż usiłujemy pojąć je, opanować. Staramy się tego dokonać zapomocą naszych wyobrażeń i pojęć, zapomocą twierdzeń i sądów, zapomocą uogólnień, przypuszczeń, teoryj. Jeżeli taka próba powiodła się, jeżeli dostrzegliśmy prawidłowość, chociażby w skromnym zakresie wrażeń zmysłowych, nie stoimy wobec nich całkowicie bezbronni, posiedliśmy wówczas nad niemi pewną wyższość, pewną potęgę.

Niektóre z pomiędzy naszych wrażeń zmysłowych wydają nam się prostsze od innych; wrażenia naprzykład rozmiarów, kształtów, kierunków, wrażenia trwania i ruchu, ciężarów i sił, ciśnień i ciągnień, ciepła i zimna, ciemności i blasku. Wydaje nam się, że możemy odłączyć albo oderwać te wrażenia od innych, że możemy wówczas łatwiej im sprostać, zawładnąć niemi mniejszym wysiłkiem. Taki jest początek długiej i krętej drogi, która zawiodła nas do zbudowania nauk historycznie najstarszych, tak zwanych nauk ścisłych: Geometrji, Kinematyki, Statyki i Dynamiki, Termodynamiki, teorji zjawisk elektromagnetycznych oraz mnóstwa ich rozgałęzień lub zastosowań. Całość tych nauk jest wielkiem duchowem zjawiskiem; każda z nich obfituje w nie-

przebrane bogactwa i skarby. Ale w porównaniu z niepojętą Naturą ta całość jest tylko szkicem, jest owocem pierwszego usiłowania. Albowiem nauki nasze nie postępują zwartym szeregiem, raczej skaczą w przypadkowej rozsypce; albowiem nie uzupełniają się wzajemnie, raczej zahaczają i zadzierają o siebie; albowiem przedmiot każdej z tych nauk jest dowolnie wyrwanym szczegółem lub lepiej powiedzmy: widok każdej jest dowolnie pochwyconem spojrzeniem.

Ilekolwiek razy otworzymy oczy na wszechświat, jest nowy, jest inny. Czy świat doprawdy jest zrozumiały? Gdy powiadamy niekiedy, że możemy w nim cośkolwiek zrozumieć, wyznajemy tem samem, że go nie pojmujemy; krucha bowiem jest prawda, która łamie się na kawałki. Nie! obszar rzeczywistości nie jest podobny do kraju czy lądu, który można pokrajać na zagony i pola; jest może raczej podobny do rozszalałej zawieruchy wydarzeń i zjawisk, których skłębienie ginie nam z oczu co chwila w pomroce ciemności.

Rozkładanie Natury na martwą i żywą, na nieświadomą i uświadomioną naturę polega ostatecznie na pewnego rodzaju umowie; kto jej zawierza i na niej buduje, dopuszcza się conajmniej hypotezy zbytecznej. Zegarek, który leży na

stole, zaliczamy do martwej natury. Ale zegarek jest tylko symbolem, jest skróceniem, formułą dla pewnego kompleksu wrażeń zmysłowych. Wszelki więc podział Natury jest tymczasowym wybiegiem, jest ułatwieniem praktycznem, którego nie powinniśmy rozumieć dosłownie. Wszystko, co wiemy albo powiemy, przeszło do umysłu przez zmysły; zatem nasze wiadomości, nasze fizyczne, biologiczne i psychologiczne twierdzenia i wnioski są obarczone nieuniknioną i nieprzeniknioną względnością. Nie wiemy i zapewne nie będziemy nigdy wiedzieli, czy wszystkie są jednakowo obarczone, czy jednakowo są zgniecione, skrzywione, odkształcone. Cała nauka ludzka będzie zapewne w przyszłości jednolitą nauką o wrażeniach zmysłowych człowieka, z nich i tylko z nich, nieuchronnie, bez uprzedzeń, bez złudzeń, bez dowolnych założeń płynącą. Lecz czemże są w takim razie nasze klasyfikacje ~~dzisiejsze~~ obecne, nasze przegródki i rozgraniczenia? Są to błahe objawy niepojmowania i dzisiejszej naszej niemocy. —

X. Pamięci Karola Potkańskiego*

Wysokiego, godnego życia uczył Karol Potkański; nie uczył jednak słowami, życiem uczył, uczył sobą. Dzięki niemu mógł każdy zrozumieć, że myśl mądra obejmuje i pojmuje wszystko, nawet niemoc własną, pobłażliwym uśmiechem, subtelną dobrocią, rezygnacją smutną lecz (na własnym terenie) dzielną i mocną; że łatwo przebiega od podziwu i czci aż do litości i przemagającej odrazy, nie wpadając w gniew próżny, w namiętną złość, w śmieszne i miałkie zaślepienie; że wszelka zaciekłość jest w obrzydzeniu duszy życzliwej, szlachetnej, bogatej; że trzeba gardzić lichotą i głupstwem i nie zniżać się do nich. Karol Potkański był żywym wzorem prostoty, tego najwyższego wykwintu; duma i szczerość nie byłaby mu pozwoliła na ślad udawania, na pozór wybiegu. Była w nim taka szlachetność, taka moralna wytworność, taka moc udoskonalenia przebijała z jego słów, spojrzeń, postępków, że niepodobna było z nim przestawać, nie dostrajając się do jego dźwięku, nie kształtując się, chociażby

---

* Zob. Pisma pośmiertne Karola Potkańskiego, tom I, Kraków, nakładem Polskiej Akademji Umiejętności, 1922; na wstępie: Życie i działalność Karola Potkańskiego (1861–1907) przez prof. Franc. Bujaka.

X. Pamięci Karola Potkańskiego*

Wyjątkowego, jednego życia uczył Karol Potkański; nie uczył jednak słowami, wzorem uczył, uczył sobą. Ludzie nie mogą każdy zrozumieć, że mógł mądrze odczuwać i kojarzyć wszystko, nawet niemal własne, postawionym zdumieniem, szczerą dobrocią, religijnej śmierci, bez (na własnym Tyrolu) dalekiej i marnej; że całe przeżycia od początku i czas aż do końca i nie mającej ofiary, nie mającej w życiu pracy, w mającej złote, w zupełności i nawet zastępczej, że wszystko zaczęło żyć w otrzymaniu duszy życiowej, rzetelnej, dojrzałej, że trzeba zrobić lekko i spokojnie i nie zniżać się do nich. Karol Potkański był żywym wzorem prostoty, tego najwyższego wykwintu; dumna i szczerość nie była nie pozwalająca na żadnej uległości, na pozór wyniosłe. Była w nim taka szlachetność, taka moralna wytworność, taka nie ostentacyjna, wrodzona tu z jego słów, spojrzeń, postępków, że niepodobna było z nim przestawać, nie dostrajając się do jego dźwięku, nie zatrzymując się, dorównać

* Zob. Pisma pośmiertne Karola Potkańskiego, tom I, Kraków, nakładem Polskiej Akademii Umiejętności, 1922; na wstępie: Życie i działalność Karola Potkańskiego (1861–1907) przez prof. Franciszka Bujaka.

potrosze, na wzór jego wycyzelowania. A niepodobna było zarazem nie przywiązać się do niego węzłem głębokiego uczucia, albowiem był nietylko mądrym, prawym i świetnym, był również nieszczęśliwym człowiekiem, kapryśnym, wrażliwym, przeczulonym, często chorym, prawie zawsze niezdrowym, niejednokrotnie przygnębionym i smutnym, trudnym, drażliwym, zamkniętym, przez całe niemal życie samotnym. Był małomówny; nie lubił skarg i próżnych narzekań; nie chciał współczucia, niekiedy niemal nawet nie chciał uczucia. Brzydził się powszedniością, unikał wszystkiego, co pospolite; niechętnie znosił banalność, w której umysł głębszy nie znajduje dla siebie pokarmu. Co jednak było rzetelne, co było silne, podniosłe, opanowywało go w jednej chwili. Żyliśmy ze sobą w porozumieniu, zawsze pewni ufności wzajemnej, nie obawiając się niczego, co w nieprzerwanym stosunku mogłoby dotknąć, urazić, zaboleć. Poczytując życzliwą uprzejmość za sztuczną i nieszczerą przebiegłość, ludzie są w częstym błędzie; taka uprzejmość jest tylko wrażliwem ~~[illegible]~~ doznawaniem wirtualnego bólu cudzego, jest niemal ~~[illegible]~~ nieświadomem czuwaniem nad popędami egoizmu własnego.

Myśli moje ~~[illegible]~~ toczyły się w owych latach torami górnych abstrakcyj. Były to chwile rozkwitu Termodynamiki, wielkich nowych zwycięstw Elektromagnetycznej Teorji; były to czasy odkryć ogromnych i prób uogólnień. Prąd europejskiego myślenia obejmował nas w sobie, Witkowskiego, Potkańskiego i mnie. Dzisiaj nadeszły inne przedmioty zajęcia, wraz z niemi inne narzędzia badania, inne pomoce myślenia; dziś są nam potrzebne konkretne modele, hypotetyczne wzory, obrazy, konstrukcje. Ale myśl ludzka zmęczy się kiedyś dowolnością i sztucznością koncepcyj, które muszą stać zawsze poniżej rzeczywistości; nauka wówczas powróci do uogólnień szerokich, do praw wielkich, do rozumowań oderwanych i czystych, chociażby nawet oschłych i trudnych.

W takich uogólnieniach żyliśmy wówczas, nurzaliśmy się w nich z młodzieńczym zapałem. Z jakim podziwem, z jaką radością dostrzegaliśmy naprzykład nieodwracalność fizycznych, biologicznych, psychicznych i społecznych zjawisk! Rozmyślając łącznie, entuzjazmując się wspólnie, wierzyliśmy wówczas, może tylko roiliśmy, że powszechne prawo nieodwracalności musi sięgać daleko po za zakres martwej Natury. I

tej myśli i dziś, mimo licznych trudności i niejakich ostrzeżeń, nie mogę się oprzeć. W nieświadomych i świadomych objawach życia i spółżycia umysł, przywykły do uogólniającego myślenia, wyczuwa sploty prawd, znane mu ze świata faktów stosunkowo najprostszych. Jakże mogłoby być inaczej? Owe związki proste, owe prawa geometryczne, kinematyczne, dynamiczne, fizyczne są przecież tylko wynikiem pewnego ludzkiego sposobu ujmowania ludzkich znowu wrażeń zmysłowych, są ostatecznie ułamkiem, odrobiną, odsłoną psychiki naszej.

I wówczas dobrze wiedzieliśmy, rozumieliśmy jasno, że co dostrzegamy w nieożywionej Naturze jest mdłem spojrzeniem po za oblicze istnienia; że tak zwane nauki ścisłe tylko dzięki temu mogą (niekiedy) być ścisłe, iż zadawalniają się uproszczonym schematem, niepodobnym do rzeczywistości, jak mapa niepodobna do kraju, jak architektoniczny plan do budynku. Ale jasność i siła uchwyceń ilościowej analizy zjawisk czarowały nas, kształciły i kształtowały nasze myślenie. Potkański był zawsze spragniony twierdzeń pozytywnych, oznaczonych, dokładnych; czując w sobie niejaką mglistość i mętność, walczył z nią uporczywie; niekiedy rozpaczliwie z nią walczył, albo-

wiem wybornie rozumiał, jak dalece jest zgubna. Mieliśmy zwyczaj wzajemnego zapoznawania się ze zdaniami pełnemi mądrości. Przytoczyłem mu kiedyś zdanie Fouriera, wyjęte z Théorie Analytique de la Chaleur: « l'attribut « principal de l'Analyse est la clarté ; elle n'a point « de signes pour exprimer les notions confuses » ; jakże poruszyły go te słowa, które wyrażały, co sam długo odczuwał. Rozmawialiśmy też nieraz o metodach Rachunku Prawdopodobieństwa, których byłem zawsze wyznawcą, które jeszcze i dzisiaj, po tylu odkryciach, mają niezmierzone posłannictwo w nauce. Mówiliśmy o tem niejednokrotnie, jak płodne będzie zastosowanie tych metod we wszystkich ~~naukach~~ gałęziach poznawania ludzkiego; niektóre nasze ówczesne nieśmiałe ~~??~~ domysły są dzisiaj dokonanym zbiorowym postępem.

Żyliśmy zawsze życiem własnego kraju, niedolą Narodu; czuliśmy zgodnie krzywdę i upokorzenie podziału i uciemiężenia. Ale w polityce stronnictw i gazet, w sporach i swarach koteryj i frakcyj nie uczestniczyliśmy; w rozmowach naszych, bądź w cztery oczy, bądź z przyjaciółmi, pragnęliśmy oddychać innem powietrzem.

Wybiegaliśmy nieraz po za widnokrąg nauki; wkraczaliśmy w zakresy, gdzie mało pomaga wiedza, nic rozumowanie, gdzie trafną drogę obiera tylko natchnienie. Konstanty Górski wiódł nas przez najwyższe arcydzieła piśmiennictwa i sztuki z zapałem młodości, ze smakiem i wytrawnością znawstwa, ze swobodą i delikatnością wysokiego obyczaju, z przywiązaniem przyjaźni, z wesołością, dobrocią i wdziękiem, które próżno siłę się tutaj słowami opisać; ale nawet i on bywał niekiedy przez Karola wiedziony; rzut oka Potkańskiego był taki daleki, tak nieomylny! Potkański, Konstanty Górski, prof. Kazimierz Kostanecki, «pan Napoleon» (Cybulski), «pan August» (Witkowski), Jacek Malczewski, Ojciec Pawlicki, pan Ludwik Michałowski, inni jeszcze – ile wspomnień, ile czystego zadowolenia, ile bogactwa. Żyliśmy bez niskich rachub, bez lęku, bez jeszcze niższych zazdrości. Ile było uroku, ile cichej radości w bliskiej przyjaźni, w zaufaniu wzajemnem, w obcowaniu łatwem, prostem, krzepiącem, w rozmowach śmiałych, polotnych, po których pozostawało mi niekiedy wrażenie odegranego koncertu. Pan August ~~kiedyś~~ rzucał myśli garściami, «Kocio» po mistrzowsku deklamował wiersze, drogi, nieza-

Wyszydzający wierszyk za urzędniczą manię; wskazaliśmy w zakresy, gdzie mało pomaga mózg, nie rozumowanie, gdy trafiają drogi otwarte (było) kształceniem. Ksawery Górski wiódł nad przez najwyższe urzędnika podmiotowaniem i zdaniu z zapałem młodości, że znakiem i wypracowanym znamiona, że światły i delikatniej wyrobione obyczaje, z przywiązaniem przyjaźni, z uczciwością, łatwiej i uczynkiem, które przeżywały się [illegible] stwarzam [illegible]; ale nawet i za tych nie były przez Karola młodszego, rad od Jabłońskiego, był takżałości, tak niewesołym! Jabłoński, Ksawery Górski, brat Kazimierza Batkowski, pan [illegible] ([illegible]), pan August (Wittrawski), Jacek [illegible], Józef Jankiel, pan Ludwik Michałowski, nam drożsi — ile wypomnieć, ile czystego zadowolenia, ile szacunku, żyliśmy bez należnych zachwytów, bez [illegible], bez [illegible] mężnych zarządów. To było wielkiej wartości w bliższej przyjaźni, w zaufaniu wolnym niemal w otoczeniu Tatarów, Persów, książęcej, w różnych [illegible] tych, podatkowych, na których pozostawało nie zaznały wrażenia obcego koncertu. Pan August [illegible] został wyjęty [illegible], „Kocio" z [illegible] Dekameron wiersze, drogi, niezna-

pomniany Ojciec Pawlicki zarazem miękko i mocno, a zawsze dobrotliwie, pogodnie, wytwornie kładł zagadnienia przed nami; Ludwik Michałowski serdecznie do umysłowej gonitwy zachęcał; pan Napoleon niepokoił dręczącem pytaniem; Jacek żartobliwą przekorą wstrzymywał, niekiedy popychał; «Kazio» trzeźwo prostował, mądrze drogę wskazywał. Ile było mocy i pomocy w tej spójni, ile w dążeniach rozpędu, ile nadziei! Za młodu życie jest takie ponętne; niepodobna uwierzyć, iżby mogło być straszne, okrutne. Życie za młodu jest pełne wiary, chęci, dobrej wiary i dobrych chęci jest pełne; więc gdy Karol powoływał się kiedyś na zapewnienie wielkiego pisarza: c'est icy un livre de bonne foy, lecteur, wydaje mi się, że nietylko własnej swej pracy, nietylko całemu życiu, lecz i nam wszystkim wydał świadectwo.

Do Potkańskiego przywiązani byliśmy ~~wszyscy~~ gorąco. Henryk Sienkiewicz, któremu był równie drogi, zapożyczył (z duszy) ~~[illegible]~~ Karola, może zresztą bezwiednie, niektórych zarysów ~~[illegible]~~ wizerunku Płoszowskiego. Ale Karol był tak dziwny, niespodziewany, zawiły; był człowiekiem, był zatem splotem zagadek. Zachwycająco dobry dla dzieci i przez dzieci instynktownie kochany, całem sercem oddany przyjacielowi, twardy

dla niezręczności, nieubłagany dla niewczesnego natręctwa, nieraz uprzejmiejszy dla stróża niż wobec magnata, dobry i słodki jak dziecko, w potrzebie ostry i zimny jak nóż, Karol był sobie wierny, był zawsze sobą:

This above all: to thine ownself be true;
And it must follow, as the night the day,
Thou canst not then be false to any man.

Świadomy swej wysokiej wartości, był sto razy za mądry, ażeby być zarozumialcem, sto razy za kulturalny, ażeby stać się pyszałkiem. Ucywilizowany i prawie przecywilizowany, nie znosił gminności, chociażby była w strój światowca odziana. Czcił talent i zdolność, ważył zasługę, głęboko wierzył w cnotę; ale nadętą pustkę, próżnię próżności, blichtr blagi umiał nielitościwie obnażyć, ~~[illegible]~~, odepchnąć. Wobec ludzi miał wzrok przenikliwy; lisa lub sępa, orła albo osła potrafił natychmiast pod maską ludzką odgadnąć.

Niema dzisiaj Karola Potkańskiego; niema wielu, o których tu myślę i piszę. Odeszli; z nimi krasa i żywotność życia odeszła. Z nimi przeminęła mi młodość, przepadła beztroska, i pieśń pracy zamilkła, polot i szum skrzydeł ustał. Tak, życie jest rze-

dla niezwyczajnie, niezastąpiony dla [illegible] nauczyciela, nawet wymagający dla siebie nie [illegible] wymagała, który z siebie jak [illegible], w potrzebie cały i [illegible] jak raz, Karol był zawsze wierny, był zawsze sobą:

This above all: to thine ownself be true;
And it must follow, as the night the day,
Thou canst not then be false to any man.

Świadomy swej wysokiej wartości, był [illegible] za mądry, aby być zarozumiałym, [illegible] za kulturalny, aby stać się pyszał-kiem. Usystematyzowany i prawie [illegible], nie znosił [illegible], chociaż była w stałej [illegible] czasem. Czuł [illegible] i zdolność, [illegible], przede wszystkim w czasie, ale nade wszystko, [illegible], [illegible] [illegible] obrazy, ~~[illegible]~~, [illegible]. [illegible] ludzi [illegible] niebieski i [illegible], co [illegible] potrafił [illegible] pod maską ludzką [illegible].

[illegible] dzisiaj Karola [illegible], [illegible], o których [illegible]. [illegible]; z [illegible] życia [illegible], z [illegible] nie zadbał, przepadła bez śladu i [illegible], potem [illegible] nic. Tak, życie jest [illegible]-

czywiście pasmem obumierania. Odeszli, ale zostawili po sobie tylko wdzięczne i drogie uczucia. Warto przeżyć życie, zaznawszy przyjaźni.

Jakże boleśnie mi dzisiaj pisać o Tobie, druhu serdeczny; jakże bliski mi jesteś, mimo lat rozłączenia! Kamienista droga wiodła Cię tutaj, pod niebem milczącem, aż do wiekuistego zmęczenia. Gdziekolwiek jesteś, ~~duchu szlachetny~~*, dokądkolwiek wędrujesz przez niepojętą krainę, towarzyszy Ci miłość, którą tutaj wzbudziłeś.

Lecz czemże jest śmierć, skoro życie jest tylko pozorem? Trzeba cierpliwie znosić, co nam wydaje się życiem, dopóki z za światów moc ponadludzka nie uwolni nas od życia, od świata. –

XI. Przemówienie, wygłoszone w dniu 11-ym kwietnia 1920-go roku, podczas pierwszego, inauguracyjnego zgromadzenia Polskiego Towarzystwa Fizycznego.

Niechaj wolno mi będzie powitać Panów radośnie, Czcigodni Koledzy. Jeszcze niedawno tak liczne, tak piękne zebranie fizyków polskich mogło wydawać się niepodobieństwem. Że ono zgromadzi się w niepodległej i zjednoczonej Ojczyźnie, że pierwsze posiedzenie towarzystwa naszego odbędzie się w męczeńskiej Warszawie, o tem długo roiliśmy tylko, o tem marzyliśmy w niewypowiedzianej tęsknocie.

Nie oddawajmy się bolesnym wspomnieniom; kierujmy raczej w przyszłość nasze spojrzenia; czeka nas droga daleka i trudna, droga znojnej pracy i nieprzerwanego wysiłku. — Związani w tem towarzystwie, postanawiamy gorliwie i wiernie służyć Narodowi naszemu. Powołanie każe nam poznawać i rozważać Naturę; od niej, od pramacierzy, od pierwowzoru wszystkiego, co jest, chcemy uczyć się myśleć; ona bowiem karmi nas nietylko chlebem codziennym, ona wznieca w nas wrażenia, ona budzi pojęcia, ona wytwarza i kształci

nasze życie duchowe. Chcemy iść razem, iść naprzód z wielką nauką świata; chcemy korzystać ze wszystkich zdobyczy szerokiej myśli wszechludzkiej, chcemy uczestniczyć współrzędnie i czynnie w jej niepowstrzymanym i wspaniałym pochodzie. Pragniemy uczyć się nieprzerwanie i innym pomagać się uczyć, ażeby przyczynić się do postępu i, da Bóg, do rozkwitu Narodu, ażeby spełnić nasz obowiązek względem jego przyszłych pokoleń.

Rozpoczynając tę pracę, czy możemy zapomnieć o tych, którzy kładli podstawy pod budowę fizyki polskiej? W dzisiejszym dniu święta wspominamy ze czcią o Wojciechu Urbańskim, o Stefanie Kuczyńskim, o Babczyńskim, Żebrawskim, Prażmowskim, Przystańskim, o Strzeleckim, Staneckim, o Edwardzie Skibie i Oskarze Fabianie, o Chlebowskim, Tomaszewskim, Piotrowskim, Kwietniewskim, o Janie Nepomucenie Frankem, o Juljuszu Brühlu, o Janie Jędrzejewiczu, o Eugenjuszu Dziewulskim, o Holewińskim, Abakanowiczu, Stanisławie Kramsztyku, Henryku Merczyngu, o Brunerze, Danyszu, Wiktorze Biernackim, Maurycym Rudzkim, o niezapomnianym i nieporównanym Władysławie

Gosiewskim, o świetnym Zygmuncie Wróblewskim, o niezmiernie zasłużonym ~~i wybitnym~~ Karolu Olszewskim, o szlachetnym, gorąco umiłowanym Auguście Witkowskim, o Marjanie Smoluchowskim, którego strata okryła nas głęboką żałobą. Do Nich zwraca się dzisiaj myśl nasza wdzięczna, nasza pamięć serdeczna. Od tych Zmarłych*) szczęśliwsi, możemy dążyć ku nowym zadaniom, w zgoła nowych warunkach.

I

Postanawiamy iść ku tym celom w karnym szeregu. Fizycy, wiemy może najlepiej, jak silna jest zwartość, ‖ak. 12 jak istotna jest spójnia każdego zespołu, jak ona bezgranicznie góruje ponad anarchją i ponad chaosem. W fizyce jasno widzimy, jak dalece niezwykłe są uporządkowane zjawiska; rozumiemy, że wyróżniają się one pośród zjawisk bezładnych, podobnie jak po-

*) Śród słuchaczy powyższego przemówienia znajdował się ś.p. Tadeusz Godlewski, którego w lipcu 1921-go roku musieliśmy na zawsze pożegnać. Niechaj niniejsze słowo wspomnienia będzie drobnym znakiem czci, należnej zasługom badacza, dzielności profesora, przeczystej cnocie człowieka i obywatela. 1923.

nad szarą pospolitość życia wybiega legenda, wznosi się epos. W naszej nauce uzasadniony byłby może tylko ten podział, który odróżniałby fizykę zjawisk mało prawdopodobnych od fizyki zjawisk bardzo prawdopodobnych, lub może ten układ, który pozwoliłby uporządkować zjawiska według miary niezbędnych w nich i dokonywanych zmian prawdopodobieństwa. Proste, jednorodne i jednostkowe zjawiska, to fikcje, do których zbliżamy się może niekiedy w wyjątkowych warunkach. Prozą codziennego życia Natury są tłumne zjawiska, powstające z bezmiernego splątania niezliczonych, mniej lub bardziej sprzecznych, indywidualnych wydarzeń. W takich gromadnych splotach przebiegów, w takich zwikłanych skupieniach zmienności objawia się zwłaszcza charakter czegoś nieznanego i niezrozumiałego, co nazywamy materją.

II

Praw rządzących materją poszukuje myśl ludzka, na bardzo różnych drogach, od wielu stuleci. Wiemy jednakże, że ogólna i dokładna teorja materji w fizyce nie istnieje dotychczas. W żadnej, właściwie mówiąc, prowincji nauki nie zdołano ściśle wyrazić ilościowego przebiegu przemian, odbywa-

jących się, albo układających się do równowagi, w łonie materjalnych ośrodków. Hydrodynamika i aerodynamika, teorja ciał stałych sprężystych oraz akustyka są rachunkowo rozwinięte i udoskonalone przepięknie, ale w założeniach, wywodach, twierdzeniach i wnioskach oddalają się od rzeczywistości, nieraz bardzo daleko. Oderwana termodynamika wskazała wprawdzie zasadnicze prawa przemiany i równowagi energji; ale zastosowanie tych praw, choćby tylko w teorji fizycznych i chemicznych równowag, wymaga stopnia znajomości materji, którego nie osiągnęliśmy; dlatego doprowadza ono dotychczas do wyników niedostatecznych, niejednolitych i w najlepszym razie tylko przybliżenie prawdziwych. Podobnie dzieje się w teorji magnetyzmu, w teorji zjawisk lepkości, dyfuzji, elektrolizy, w teorji przewodnictwa cieplnego albo elektrycznego przewodnictwa metali. O ciałach stałych posiadamy mało wiadomości ścisłych, ogólnych; nie opanowaliśmy dotychczas ich mechanicznych ani żadnych innych własności; poznaliśmy wprawdzie stosunkowo dość jasno najważniejsze cechy kryształów ale i co do nich przechodzimy nieraz zbyt chętnie na pole zupełnej abstrakcji. Elektrostatyka tylko w podręcznikach jest

jących się, albo ustalających się ze zmianami, w których materyal-
nych cząstek. Hydrodynamika i aerodynamika, teorya ciał
stałych sprężystych oraz akustyka są rachunkowo rozwinięte
i ustatkowane przeważnie, ale w zastosowaniach, wypadkach, szcze-
gółowych i uwagach oddalają się od rzeczywistości, rzecz ta-
ko łatwo. Ogromna termodynamika rozwinęła wprawdzie
zasadnicze prawa przemiany i równowagi energii, ale zasto-
sowanie tych praw, choćby tylko w teoryi fizycznych i chemicz-
nych równowag, wymaga stopnia znajomości materyi, którego
nie osiągnęliśmy; dlatego sprowadza ona dotychczas do
[illegible] niedostatecznych, najczęstszych i w najlepszym razie
tylko przybliżonych prawdziwych. Podobnie dzieje się z
magnetyzmem, w teoryi zjawisk cieplnych, [illegible], elektrolizy,
w teoryi przewodnictwa cieplnego albo elektrycznego przez
nictwa metali. O naturze ciał tych przyznajemy mało wiado-
mości ścisłych, pewnych i nie spotykamy dotychczas ani
mechanicznych ani żadnych innych wyobrażeń i pozwalamy
wprowadzić słownictwo jest jawnie najważniejsze cechy hypote-
tów ale i od nich przechodzimy wreszcie zbyt często na pole
czystej abstrakcyi. Elektrostatyka tylko w pewnych warunkach jest

prosta; w rzeczywistości niemal nie istnieje. Nauka o kolloidach jest u swoich początków. Co powiedzieć o promieniotwórczości, o ~~xxx~~bogatej Chemji, która odsłania nam rozległe i nowe, często w fizyce milczeniem zbywane widoki materji? Z pomiędzy zjawisk światła i promieniowania zdołaliśmy cóśkolwiek tam tylko zrozumieć, gdzie możemy obejść się bez pomocy pojęcia materji lub gdzie możemy pewnym wybiegiem to pojęcie ominąć, naprzykład w elektromagnetycznej teorji próżni lub w termodynamice promieniowania zrównoważonego; zresztą losy obu tych nauk, jak wiadomo, jeszcze się ważą. Ścisłego obrazu optycznych wydarzeń, dziejących się w łonie materji, nie umiemy dziś podać. Jakże mało jeszcze wiemy dotychczas o elektrycznym efekcie Kerra, o skręcaniu płaszczyzny polaryzacji (zwłaszcza o naturalnem skręcaniu, tak bardzo przecież wymownem), o istocie optycznej extynkcji oraz absorbcji; ~~o badaniu barwy widmowych~~; jak niezmiernie zawiłe jest zjawisko Zeemana, którego szczegółów nie możemy rozplątać; jak szybko gubi się, w miarę postępu badania, pierwotna pozorna prostota rozpraszania ~~światła~~, któremu niebo zawdzięcza /. molekularnego

prosta, w rzeczywistości niemal nie istnieje. Nauka o kształ- dach jest w swoich paragrafów. Co powiedzieć o przemienio- twórczości, o [illegible] Chemji, która zbliżenia nam roz- ległe i nowe, czyli w fizyce [illegible] zjawiska [illegible] materji? Z pomiędzy zjawisk światła i promieniowania zestawiliśmy cośkolwiek tam tylko zrozumieć, gdzie możemy odnieść się do pewnej fizycznej materji lub gdzie możemy po- myśleć wyobrażenie ta fizycznie oznaczę, napotykamy w elektroma- gnetycznej teorji próżni lub w termodynamice promieniowa- nia [illegible] i [illegible] było od tych nauk, jak one [illegible], łączące się [illegible]. Świetego obraz [illegible] wyda- rzeń, dziejących się w łonie materji, nie możemy dziś po- dać. Jakże mało jeszcze wiemy dotychczas o elektryczności efekcie Kerra, o skręceniu płaszczyzny polaryzacji (zjawi- sko z [illegible] skręcania, tak łatwo [illegible] o [illegible] optycznej, [illegible] oraz [illegible] i [illegible] [illegible], i jak niezmiernie zawiłe jest zjawisko Zeemana, którego szczegółów nie możemy rozplątać, i jak rzadko gdzie się w naszej [illegible] badania i pierwotna postawa prosta) rozpo- znanie [illegible], którem niebo zamierza, [illegible]

swój błękit. Do bardzo niedawna nie rozumieliśmy mechanizmu, który sprawia, iż fale elektromagnetyczne dążą naprzód w materjalnym ośrodku z natężeniem słabnącem i zmienioną prędkością fazową; i teorje załamania, pochłaniania i rozpraszania światła były do niedawna tylko zręcznym wybiegiem, okrążającym istotę procesów, które miały tłomaczyć.

III

W takiem stadjum rozwoju naukowego poznania Natury przychodzą nam w pomoc obrazy, modele, konstrukcje czyli wyobrażenia konkretne, które pod rozmaitemi nazwami krzewią się bujnie w nauce, od jej pierwszych w starożytności początków. Nie mogąc wiedzy ująć w formuły jednolite i proste, myśl zamiast faktów próbuje podstawić własne swoje utwory, zamiast rzeczywistych zagadnień podsuwa domniemane. Od bardzo dawnych czasów, od Demokryta a zapewne i wcześniej, w niezliczonych molekularnych i atomistycznych teorjach lub usiłowaniach teoryj, próbowano zastąpić fakty niezrozumiałe przez hypotetyczne wprawdzie ale mniej niezrozumiałe, lub może napozór mniej niezrozumiałe. Tak postępowano (i dziś jeszcze tak postępujemy) w różnych szkicach i próbach teorji ma-

terji. Nasi poprzednicy usiłowali utworzyć molekularną teorję kapilarności, sprężystości, lepkości; molekularną mechanikę kryształów albo magnesów; atomistykę płynów, gazów, nieważkiego cieplika lub powszechnego eteru. My chcemy dźwignąć kinetyczną teorję gazów, statystyczną mechanikę, teorję elektronów, naukę o budowie chemicznego atomu. Każda dawniejsza, każda nowoczesna teorja niewątpliwie tłomaczyła lub dziś jeszcze tłomaczy pewne zarysy zjawisk fizycznych; każda, niejako w przenośni, ukrywa w sobie część prawdy i dzięki tej zawartości żywiła lub dziś jeszcze żywi pewien postęp w pojmowaniu Natury. Lecz jakże łatwo nam dostrzec sztuczność, dowolność, przypadkowość, ciasnotę wszelkiej konstrukcji, która ma sięgać istoty wszechrzeczy, zapożycza zaś swoje pierwiastki z zakresu bezpośredniego zmysłowego poznawania. Takich przypuszczeń nie powinniśmy przyjmować ani nawet pojmować dosłownie; nie wolno nam przecież popadać w filozoficzną naiwność. Musimy o tem pamiętać, że hypotetyczne rysunki utkania Natury są jedynie tylko narzędziem naszego badania; nie powinna nas zatem zajmować ich (zresztą nieuchwytna) prawdziwość, lecz tylko ich użyteczność, ich płodność chwilowa, ich przejścio-

wa wartość.

Treścią nauki jest poznawanie rzeczywistości. To poznawanie jest bodźcem nauki i powinno być ostateczną jej troską; takie poznanie jest jej całkowitą wartością. Schematy i wzory dynamicznych, hydrodynamicznych lub elastycznych, elektromagnetycznych, hypergeometrycznych czy quantowych w Naturze urządzeń są przemijającą próbą i pośredniem usiłowaniem, które wiedzie ku owemu celowi i służy tej trosce.

Według Newtona mamy w nauce za zadanie i niejako za obowiązek: poznawać i wyrażać to wszystko, ale zarazem to tylko, co może być wyprowadzone z dostrzeżeń, nie mniej i nie więcej. Quicquid ex phaenomenis non deducitur mówi Newton (Principia, liber III, Scholium generale) hypothesis vocanda est; et hypotheses ...... in Philosophia Experimentali locum non habent. In hac Philosophia, dodaje, propositiones deducuntur ex phaenomenis et redduntur generales per inductionem.

IV

Żyjemy dzisiaj w epoce ponownego rozkwitu hypotez, które wykraczają daleko po za Newtonowską granicę nauki. Według

na wartość.

Trzecią nauką jest poznawanie rzeczywistości. To poznawanie jest odrębną nauką i powinno być oddzielone od etyki; także poznanie jest już całkowicie neutralne. Schematy i wzory dynamicznych, hydrodynamicznych lub elastycznych, elektromagnetycznych, hypergeometrycznych czy kwantowych są wyrażeniem tej przemijającej prawdy i przybliżeniami, które wiedzie ku coraz celowi i [illegible] tej treści.

Według Newtona mamy w nauce za zadanie i mamy to za obowiązek: poznawać i wyrażać to wszystko, ale zaznaczyć tylko, co może być wyprowadzone z obserwacji, nic mniej i nic więcej. Quicquid ex phaenomenis non deducitur, mówi Newton (Principia, liber III, Scholium generale) hypothesis vocanda est; et hypotheses ...... in Philosophia Experimentali locum non habent. In hac Philosophia, dodaje, propositiones deducuntur ex phaenomenis et redduntur generales per inductionem.

IV

Żyjemy dzisiaj w epoce ponownego rozkwitu hypotez, które wykraczają daleko poza za Newtonowską granicę nauki. Według

tych hypotez wszelka nasza bezpośrednia wiedza o materjalnych zjawiskach jest nadzwyczaj powierzchowna i niedoskonała. Dostrzegamy naprzykład ciśnienie lub temperaturę pewnego gazu; mierzymy natężenie prądu elektrycznego lub gęstość promieniowania. Lecz są to tylko wypadkowe sumy lub średnie ogólnikowe wartości olbrzymiej liczby indywidualnych ~~[illegible]~~ wielkości. W chaotycznym splocie nadzwyczaj mnogich wydarzeń, z których każde jest dla nas samo przez się znikome, poruszamy się niejako niewypowiedzianie niezręcznie, nie umiejąc wpływać na odrębne, elementarne przebiegi, działając tylko na wypadkowe, przeciętne. Taka hypoteza złożoności i wielokrotności pozornie prostych pojęć nauki wydaje się istotnem i jest zapewne jedynem istotnem założeniem statystycznych lub multytudynarnych teoryj; zawdzięczamy je przedewszystkiem Clerk Maxwellowi, wiemy zaś wszyscy, jakiem jest dziś jeszcze płodnem źródłem coraz dalszych postępów w naszej nauce.

Uwydatnilibyśmy zapewne dokładniej potęgę założenia Maxwella, gdybyśmy odrzucili od statystycznych teoryj wszelkie szczegóły i dodatki zbyt konkretne, a więc zacieśniające i może zbyteczne. Takie (przypuszczenia konkretne) ~~[illegible]~~ (bywają pomocne, potrzebne a nawet

niezbędne w pierwszym okresie budowania pewnej teorji; ale dojrzalszej, uogólniającej myśli wydają się niepożyteczne, może nawet szkodliwe i odpychają ją raczej aniżeli pociągają. Wiemy przecież, że znikająco małe prawdopodobieństwo za tem przemawia, ażeby w ~~[illegible]~~ naszych domysłach leżało istotne odgadnięcie prawdziwej gry warsztatów Natury. Dzisiejsze nasze modele funkcjonują sprawnie w rękach obecnego pokolenia; ileż ~~[illegible]~~ starych uczonych zabawek, z przed stu, trystu lub dwudziestu pięciu lat, jak potłuczone lalki, jak załamane drewniane koniki, złożyliśmy między rupiecie? Gdzie znajdują się dzisiaj niepodzielne atomy Daltona, kauczukowe Bertholleta molekuły, sprężyste kule Clausiusa, Kelvina pierścienie wirowe i girostaty, Boscovicha punktowe siły ośrodki? Co powiedziałby Huygens, gdyby czytał współczesne nasze usiłowania atomistyczno-elektromagnetycznego poprawienia i pogłębienia jego wielkiej undulacyjnej zasady? zapewne rzekłby raz jeszcze, co mówi na str. 18 *Traité de la Lumière*: „*tout cecy ne doit pas sembler estre recherché avec trop de soin et subtilité*”. O swem arcydziele Fourier mówi spokojnie: „*les principes de cette théorie sont déduits, comme ceux de la Mécanique rationnelle, d'un très petit nombre de*

„faits primordiaux dont les géomètres ne considèrent point „la cause". O wiele mocniej wyraża się zawsze ponury i namiętny Pascal; mówi: „il faut dire en gros: cela se „fait par figure et mouvement; mais de dire quels et com„poser la machine, cela est ridicule, car cela est inutile „et incertain et pénible". Nie mówiąc o kształcie ani o wewnętrznej budowie cząsteczek, nie używszy nawet ani razu wyrazu molekuła, moglibyśmy wyłożyć istotną, rdzenną zawartość kinetycznej teorji gazów i nie uronilibyśmy zapewne nic przytem z jej głębokiej myśli i treści. Przy pomocy środków, których dostarczają stworzone przez Fouriera metody analizy, możemy przedstawić optykę i teorję promieniowania jako przykłady stosowania się nauki o rozkładaniu danego zaburzenia na nieskończoność elementarnych (jednakże niecałkiem niezależnych) wydarzeń. Jeżeli wspomniane elementarne zjawiska składają się według praw czystego przypadku, wstępuje w swe prawa fundamentalne twierdzenie, odkryte niezależnie przez Lorda Rayleigh i przez Markowa, które w optyce materji, w kinetycznych teorjach i w całej wogóle fizyce statystycznej powinno odegrać rolę pierwszorzędną.

Jeżeli wolno mi posłużyć się hasłem dziś popularnem, powiem, że atomistyczne, kinetyczne, strukturalne, elektronowe i quantowe teorje materji nie są jeszcze dostatecznie relatywistyczne. Wyrażamy się zwykle w fizyce tak, jak gdybyśmy wierzyli w prymordjalne, w bezwzględne istnienie materji. Ale materja jest tylko skróceniem, które wiąże i plącze się z innemi skróceniami; materja jest tylko pojęciem, które zahacza o inne pojęcia. W fizyce mieliśmy zawsze zbyt wiele podstawowych, naczelnych abstrakcyj.

Postać, w jakiej dostrzegamy przeobrażenia Natury, może nieograniczenie zależeć od biegu strumienia własnej naszej świadomości, nieznanego nam i niepoznawalnego. Wyrastaliśmy w założeniu milczącem, według którego zdarzenia dzielą się same przez się, jednakowo dla wszystkich, na teraźniejsze, przeszłe i przyszłe. Dla relatywistów założenie to jest wyrazem złudzenia, które, biorąc rzecz ściśle, nie ma nawet dokładnie określonego znaczenia. Relatywiści wyobrażają sobie, że nie wydarza się nic; przeszłość, teraźniejszość i przyszłość jednakowo istnieją; my, tylko my, posuwamy się wzdłuż koryta wypadków. Relatywizm odrzuca zatem nieodwracalność zjawisk fizycznych, determinizm zaś

dawny, ewolucyjny, petryfikuje w statykę, w nieubłaganie sztywną statykę. Czy taki sposób myślenia wystarcza, choć w samej fizyce, tego jeszcze z pewnością nie wiemy. Ale podział zjawisk na fizyczne i inne, pozafizyczne, polega przecież, w ostatniej instancji, na pewnego rodzaju umowie. Nasz stosunek do świata możemy wprawdzie w myśli układać bezmiernie rozmaicie, lecz z tego stosunku siebie samych nie możemy opuścić. „Wczoraj" różni się od „jutra"; być może, iż różni się biologicznie lub psychologicznie; ale różni się.

Świadomość każdego z pomiędzy nas ucieka i spływa do wspólnego, przedwiecznego łożyska. To płynięcie jest nieodwracalnem i niepowstrzymanem zjawiskiem; jest może jedynem nieodwracalnem zjawiskiem, które odbywa się w świecie; jest może jedynem zjawiskiem, które odbywa się; ale w niem streszcza się wszystko.—

XII. Wyrazy życzeń

złożone profesorowi Kazimierzowi Morawskiemu,
w dniu 3-im lutego 1923-go roku, w dniu hołdu Jego zasłudze,
imieniem Ministerjum Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego,
Polskiej Akademji Umiejętności oraz Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Otwierając to uroczyste zebranie, ożywione wdzięcznością, jednomyślne w uszanowaniu i czci, zwracam się, dostojny Panie, do Ciebie imieniem Ministerjum Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego, które mam zaszczyt tu reprezentować, imieniem również codziennych świadków i towarzyszy Twej pracy: w Uniwersytecie Jagiellońskim, którego dzieje skreśliłeś, w Polskiej Akademji Umiejętności, której przewodniczysz. Wszyscy, którzy Cię tutaj *) i tam otaczamy, przynosimy Ci w darze nietylko ufność zupełną ale i przywiązanie nasze serdeczne. Pozwól, Panie, że szczerze i prosto powiem, za co Cię czcimy: za to, że od tak

*) Uroczystość, do której niniejsze przemówienie było wstępem, odbywała się w Auli Uniwersytetu Jagiellońskiego.

dawna, bez chwili zachwiania lub przerwy, jesteś nauczycielem, badaczem, pisarzem i twórcą, że doradcą jesteś i powiernikiem młodych i starych, że jesteś wodzem, który umie i chce bywać żołnierzem, że jesteś wyznawcą nieśmiertelnej czci piękna, szermierzem prawd wiekuistych. Jesteśmy Ci wdzięczni za ogrom Twych dzieł, za bogactwo i świeżość Twych myśli, za smak i miarę wyborną, za łamiący się w tysiączne odcienie język Twój polski, za żar Twej wymowy, w której szczęk szabli słychać, jęk dzwonów, niekiedy także stuk młotów, przyszłość naszą kujących. Podziwiamy Twój umysł zawsze skory do lotu; wzbogacamy się sercem, na niedolę ludzką wrażliwem; dziękujemy Ci za trud, za mozół wielki, poczciwy, za tyle publicznej służby i troski, za czyste jak łza i jak burza przemożne ukochanie Ojczyzny.

Myśl Twoją w zaraniu młodości oczarował niewysłowiony cud piękna, który ziścił się nagle, przed dwudziestu wiekami, w duszy małego ale bohaterskiego plemienia. Słońce greckiego genjuszu wyposażyło Cię na całe życie w radość twórczości, w szczęście natchnienia. Ale nad greckie piękno, ponad rzymski ład i porządek, wzbija się, aż do nieba wysoko, moc

prawd moralnych i majestat ludzkiego sumienia. Wcześniej niż grecka pieśń, wiele lat przed miarowym tupotem rzymskich dywizyj, rozlegał się na tej ziemi okrzyk wzburzenia i zgrozy na widok samolubstwa, okrucieństwa i wyuzdania człowieka. Coś z goryczy proroków, coś z ich palącego bólu i męki drży w Twoich słowach płomiennych. Przypominałeś, że cała godność życia leży w prostocie serc i w czystości pobudek. Zaklinałeś, abyśmy zaniechali kłótni i waśni, ponieważ szczęście a nawet bezpieczeństwo Ojczyzny zawisło od naszej jedności i spójni. Mówiłeś, że rozkaz uczciwości zawsze jest jasny, że obowiązek dla każdego istnieje; że, wobec udręczeń losu i zagadek jutra, człowiek i naród powinien pozostać szlachetny. Mówiłeś, że cierpienie jest nietykalne, że boleść jest święta; że siła nie będzie nigdy prawem, że przeciwnie słuszność, chociażby nawet w kajdanach, jest niepokonana. Mówiłeś, że i nad wielkiemi historycznemi zbrodniami wisi gniew Boga, grom kary. Tak Panie mówiłeś, albowiem słyszałeś w ciszy serca owe groźne wyrazy: na wszystko, na co cię poślę, pójdziesz; powiesz wszystko, co ci rozkażę.

Płynie świadomość, życie ucieka; niepowstrzymany potok wydarzeń wpada w otchłań przeszłości. Z niezgłębionych nurtów Natury fala zjawisk za falą wyrasta; każda przez chwilę się wzdyma, każda niebawem opada i ginie. Jak chwiejna toń morskiego odmętu, zgiętkliwa i zmienna jest arena ludzkich zapasów; lecz ponad wrzawą i jałowym okrzykiem unosi się moc dzieł dokonanych i sprawiedliwość pokoleń. Sprawiedliwość i prawda przemawiać dziś będzie w tej sali; ona Ci powie: prawy synu Ojczyzny, zasłużyłeś się zacnie.

XIII. O pozornych sprzecznościach w obrazie Natury.

Przemówienie powitalne, wygłoszone na inauguracyjnem zgromadzeniu I-go Zjazdu fizyków i chemików polskich, w Warszawie, w dniu 4-ym kwietnia 1923-go roku.

Jest to dla mnie zaszczytem, ale jest także radością, że mogę zabrać głos w tem pięknem zebraniu. Czyż ono o tem nie świadczy, że wzmagają się siły Narodu, że zespalają się, łączą, że układają się w nowe i trwałe równowagi? Dla młodszych spółtowarzyszy prac naszych widok tej sali jest zapewne tylko obietnicą przyszłości; starszych musi pobudzić do wspomnień i otuchę dać sercu.

I

Nauka jest obfitem źródłem szczęścia dla młodych i starych. Żądając zapału, porywów, poświęcenia bez granic, wymagając wysiłku, który tylko przed południem życia jest dozwolony, nauka zdaje się ku młodym przedewszystkiem się zwracać, dla młodych przeznaczać najwyższe swoje radości. Jakże świeże i bujne bywa natchnienie! w zuchwałej teorji, w genjalnem odkryciu jakże często brzmi ufnie uniesienie młodości!

Tak, twórczość bywa w nauce przeważnie przywilejem lat młodych. Ale i znużonym umysłom, gorzkim po trudach i walce, rozmyślanie nad bezmiarem Natury przynosi ukojenie ciche i czyste. Po długiem szukaniu, po mnóstwie umysłowych doświadczeń, dochodzimy nieraz do wniosku, że pewność naogół jest bardzo niepewna, że najmniej wątpliwości nastręcza powątpiewanie; ale i w takiej bezsilnej konkluzji, jeżeli szczerze z pracy wyrasta, tai się słodycz wyrzeczeń i smutny wdzięk pożegnania.

Nauka nasza naogół jest młoda; radujmy się, że tak jest, z głębi serca. Młodość jest w sądzie surowa, młodość jest w czynach odważna; młodość wierzy i walczy, młodość zwycięża. Życzymy wszyscy nauce polskiej, ażeby była niepowstrzymana i promienna jak wiosna.

Czcigodni Panowie, przybywam z Uniwersytetu starego, na którym czar wspomnień, milcząca wymowa kamieni, na którym powaga stuleci wyryły niezatarte swe piętna. Pozdrowienie tego Uniwersytetu Panom przynoszę i przynoszę życzenia Akademji Umiejętności, która, chociaż jest polska, a nie bynajmniej krakowska, jednakże pod opieką Jagiellońskiej Szkoły

utworzyła się i urosła. Stare są nasze mury, które tyle nieszczęść widziały i tyle wesela. Po ulicy Św. Anny nie snują się już wprawdzie szkolarze w beretach i przykrótkich togach; z katedr nie płynie ku słuchaczom mądrość Arystotelesa, mistrza świadomych, jak go Dante nazywa; w refektarzach kollegjów magistrowie nie odczytują już Świętych Żywotów podczas uczt wspólnych; w audytorjach nie odbywają się turnieje legendi, arguendi et respondendi, owe disputationes sobotnie, praecipui facultatis actus, w których wyostrzone umysły szermowały subtelnie ilością wiedzy małą i słabą. W naszym fakultecie artium (lub, jak dziś mówimy, filozoficznym) nie poprzestajemy obecnie na wykładzie gramatyki, retoryki, dialektyki, arytmetyki, muzyki, geometrji i astronomji (lingua, tropus, ratio, numerus, tonus, angulus, astra); uczymy wszystkich nauk: toutes bonnes, honnêtes, saintes et salutaires Sciences jak je król Franciszek I-szy nazywał. Zmieniły się nazwy, zmieniły się stroje; nazewnątrz przeobraziło się wszystko. Świat tak niedawno wydawał się mały; nauka była zbudowana, gotowa, mieściła się w księgach, których treść pojąć było całem nauczyciela i ucznia zadaniem. Dziś jest inaczej; dziś z tru-

dem usiłujemy odczytać coś w Księdze Stworzenia. Nasze nauki są wielkie, ogromne, ale jeszcze bezładne, niesktadne; wciąż jeszcze opowiadają raczej dzieje błądzeń i błędów człowieka aniżeli urządzenie i ustrój kołyszącego nas świata.

Nauka ludzka jest wielka; lecz jakże czcza, błaha i nikła wydaje się wobec tętniącej Natury. Niezmierny świat jest nieprzeniknionym splotem sprzeczności, niewyczerpanem źródłem zadziwień. Im śmielej schodzimy pod zewnętrzne pozory, tem głębsza przepaść otwiera się pod naszemi stopami. Natura jest uporczywsza niż wola, bogatsza niż wyobraźnia, mędrsza niż rozum, przebieglejsza niż zdrada, szaleńsza niż obłęd. Ona jest naszą kolebką i trumną; ona nas niesie i niewypowiedzianie przerasta; nie możemy z niej wyjść, nie umiemy do niej przeniknąć.

II

Przez sto lat istota promieniowania wydawała się zrozumiałą. W bezgranicznym ośrodku, który dzieli i łączy rozsiane fragmenty materji, wyobrażaliśmy sobie perjodyczne wstrząśnienia stałej i określonej częstości, rytmiczne fale stałej i określonej długości. Przyrównywaliśmy te wstrząśnienia do poprzecznych drgań stałego

sprężystego ośrodka; przyrównywaliśmy je później do elektromagnetycznych zaburzeń; te porównania dopomagały badaniu, ale nie wyrażały wiedzy. Co nazywamy nauką, powinno odbijać każde spojrzenie, każdy uśmiech Natury; wszelka analogja, wszelkie podobieństwo powinny się w niej rzetelnie wyrażać. Gdy zatem wydobywamy czyli abstrahujemy, co w zjawiskach jest jednakowe, zgodne i wspólne, wypowiadamy wszystko, co sumiennie wolno nam uważać za wiedzę. Tak przeto w Optyce: trwałą treścią i zdobyczą tej nauki, nauki Fresnela i Younga, Maxwella i Hertza, Kirchhoffa oraz Huygensa, było zrozumienie falistości zjawisk, ich geometrycznej i kinematycznej tekstury.

Dziś spostrzegamy, że gmach Optyki był zbudowany na zdrowych wprawdzie i mocnych, lecz szczupłych podstawach. Znaliśmy prawa przebiegu promieniowania przez próżnię lub przez ośrodki, które od próżni różnią się mało; rzeczywistego węzła między promieniowaniem a materją nie znaliśmy; nie znaliśmy praw powstawania ani zanikania promienistych zaburzeń. Nowy dopływ wiedzy doprowadził do utworzenia nowych, niezwykłych pojęć; w teorji promieniowania pojawił się szczególny atomizm, w tej dziedzinie nauki najmniej spodzie-

wany. Mówimy dzisiaj potocznie o cząstkach działania, mówimy zatem o atomach iloczynu energji przez czas; sam twórca pojęcia działania byłby zapewne uznał taką myśl za czcze urojenie, choć on od fantastycznych teoryj bynajmniej nie stronił, ów Piotr Ludwik Moreau de Maupertuis, przyjaciel Fryderyka II-go i prezydent jego Akademji, wróg zacięty Woltera, przez genialnego arcybłazna nieśmiertelnie acz niegodnie wyśmiany.

Posługujemy się dzisiaj potocznie i rachujemy quantami działania; lecz nie umiemy wyobrazić ich sobie, nie możemy ich narysować; przyzwyczajeni do kierowania się przedewszystkiem wskazówkami wzroku, tylko wówczas uznajemy, iż coś rozumiemy, gdy możemy przypuścić, że to, o czem mowa, moglibyśmy zobaczyć. Trudność atomistycznego pojmowania zjawisk promieniowania nie leży jednak wyłącznie w bezwładności lub w subjektywizmie ludzkich umysłów. Quantowa optyka nie ma związku z undulacyjną, nie ma z nią wcale styczności; a chociaż Niels Bohr, Sommerfeld oraz inni uczeni usiłują je doprowadzić do zgody, w istocie przecież obiedwie doktryny nie mogą ze sobą dotychczas spółdziałać ani nawet spółistnieć.

Nie możemy obecnie quantowo zrozumieć nawet najprostszych zjawisk interferencji; bezquantowo nie możemy zdać sprawy z elementarnych faktów zrównoważonego promieniowania. Quanta giną, nie wiemy dlaczego, w ciągłym ośrodku przestrzeni; tętno rytmicznych wstrząśnień ośrodka milknie u progu materji. Nie pojmujemy związku między spazmami materjalnego atomu a falą w eterze; nie dostrzegamy połączeń, które między quantami a jednostkowym ładunkiem elektronu istnieć muszą; mając elektrony i quanta w myśli, poczynamy wątpić o równaniach Maxwella; istota zetknięcia próżni z materją jest nam coraz mniej zrozumiała.

Pamiętajmy o tem jednakże skądinąd, że umysł ludzki jest uporczywy w pomyłce, której się oddawna dopuszcza. Konieczne, a choćby tylko dogodne oderwane pojęcia wnet obdarzamy zdolnością objektywnego istnienia; przenosimy do rzeczywistości nasze własne, subjektywne pomoce myślenia. Uwierzyliśmy w prawidłowość perjodycznych wstrząśnień w promieniowaniu, choć ona prawdopodobnie jest tylko pozorna. Falista budowa światła była wyborną umysłową konstrukcją; wypełniliśmy nią całą próżnię, zasnuliśmy znów świat pajęczyną, od której

Newton niebiosa oczyścił. Bądźmy pewni, że wiązka rozigranego w przestworzu promieniowania jest małym chaosem, podobnie jak wielkim chaosem jest cały stary ten świat w kaprysach wiecznego swego szaleństwa.

Nie dowierzajmy zatem istnieniu fal prawidłowych i prostych; odmówmy również ufności objektywnemu bytowi quantowych atomów. Niezgodność undulacyjnej i quantowej Optyki świadczy tylko o tem, że i jedna i druga nauka, pochwyciwszy w zjawiskach wątłą nić podobieństwa, przeciągnęły, każda własną, po za właściwy ich zakres; że z analogji uczyniły tożsamość, że subtelną przenośnię pojęły dosłownie, naiwnie i grubo.

III

Z wielkiemi przeciwnościami walczy nasza młodzieńcza nauka; tej walce społeczeństwo dokoła przygląda się dość obojętnie. Kraj mało z nami spółczuje, spółdziała, spółmyśli. Jako obserwatorowie oraz badacze, powinniśmy wytłomaczyć takie zjawisko; powinniśmy je przedewszystkiem przeniknąć. Miejmy zawsze podziw dla Natury; dla ludzi miejmy wyrozumiałość i litość. Przy-

pominajmy, że w kraju jest jeszcze dużo biedy, zacofania, ciemnoty, cierpienia, nieszczęścia, że w Polsce może i musi być lepiej. Mówmy, że bez nauki niema pracy nawewnątrz ani obrony nazewnątrz; że bez krańcowego wysiłku nie może być dobrobytu a może nawet i bytu. Uczmy, że życie pcha narody w przyszłość surową i twardą, w której dzielność zwycięży. Wołajmy, że udoskonalić się nie można bez troski, bez trudu; że w niepokoju i męce musimy szukać tajemnic sprawiedliwości i prawdy.

Zebranie dzisiejsze dodaje otuchy. Wszyscy zgromadzeni czujemy, że przywiodły nas tutaj dwa jednomyślne uczucia: wiara w Naukę, umiłowanie Ojczyzny.

Tłomaczenie z francuskiego oryginału.

XIV. Przemówienie, wypowiedziane w dn. 12-ym maja 1923-go roku, w Auli Uniwersytetu Jagiellońskiego, do Marszałka F. Focha *

Panie Marszałku! Mam zaszczyt złożyć Panu hołd podziwu i czci imieniem tego Uniwersytetu, który od pięciu wieków poczuwa się do obowiązku strzeżenia ducha swego Narodu. Witamy w Panu, Panie Marszałku, jednego z najznamienitszych naszych doktorów, jednego z tych, których imię przejdzie do potomności dalekiej.

Ku końcowi zamkniętego już dziejowego okresu wydawać się mogło, że cywilizacja spoczywa na niewzruszonych podstawach; pewna swych zasad, dumna ze zdobyczy, zdawała się do spokojnego istnienia powoływać wszystkie te ludy, które po wielu wysiłkach zdołały nareszcie ją dźwignąć. Jakże wspaniałem widowiskiem była Europa, porwana wytwórczością i pracą, wyzwalająca olbrzymie zasoby energji dla codziennych swych trudów; jakże zdumiewała wszystkich potęga człowieka, która, przezwyciężywszy wszystkie przeszkody, zapanowała, jak się

*) Tłomaczenie z francuskiego oryginału.

zdawało, nad dążnościami, nad upodobaniami Natury. Niestety, bezpieczeństwo świata było pozorne, jego równowaga była nietrwała. Pod naciskiem nieokiełznanego egoizmu, życie narodów, w ponurej jakiejś rozpaczy, zabłąkało się nagle śród nieszczęść i wstydu ohydnego wybuchu nienawiści i zbrodni.

W tej chwili objawiła się duchowa moc Francji. Napaść poruszyła duszę francuskiego narodu; z jego łona wydarł się okrzyk oburzenia; zapał, odwaga i pogarda śmierci ocaliły francuską Ojczyznę.

Świat zaprzęgnął wówczas czegoś bohaterskiego. Istotny dramat rozgrywał się w głębi sumień, na dnie ludzkich dusz; nigdy przecież nie odbił się szeregiem okropniejszych wydarzeń na widowni historji. Wzburzenie moralne ludzkości stało się początkiem nowej w dziejach epoki. Była to rozstrzygająca godzina, w której wypadki biegły niepowstrzymane jak burza; była to chwila, której duchy odważne i silne gromadziły dokoła siebie zastępy, gotowe pójść za ich przewodem. Gdy siły cywilizowanego świata sprzęgały się w walce z chłodno obmyślanym zamachem, pojawili się wówczas wodzowie, w których tajemne duchowe zasoby narodów skupiły i odsłoniły się na-

gle. Byłeś ~~Pan~~ wtajemniczony w zrządzenia losów, Panie Marszałku! W imię trwałych ideałów pokonałeś ~~Pan~~ ciemności, które zniknąć powinny. Odwaga, nieugięta wola, wytrwała i jasna rozwaga wyniosła Cię ponad poziom narodów i ludów. Zwyciężyłeś w strasznej i nieubłaganej rozprawie; zgniotłeś zły posiew; spełniłeś wyroki przeznaczeń.

Przez przeszło sto lat naród nasz krwawił niewymownemi ranami; przez przeszło sto lat rozpaczliwie walczyliśmy, jak przystoi tym, którzy nie chcą i nie mogą zginąć. Aż do dna wychyliliśmy nieszczęsny kielich goryczy; rozdarci, zmiażdżeni, nie przestaliśmy przecież wołać sprawiedliwości dla siebie, kary dla zbrodni. Ofiary nasze i nasze żałoby nie były próżne; echem sumienia ludzkości stał się nareszcie głos naszej skargi; wielki ~~czyn~~ akt zadośćuczynienia i prawdy wyszedł ze straszliwego zamętu. Do życia przywrócił nas Bóg; Bóg nam oddał Ojczyznę; ale Pan, Panie Marszałku, byłeś Wiekuistego narzędziem, gdy zdradę i złość deptałeś stopą zwycięską.

Imię Twoje nie zatrze się w pamięci naszego Narodu. Nie przestaniemy powtarzać za wielkim pisarzem, iż prawa dziejowe

są sprawiedliwością Stwórcy ***. Polska podziwia Cię, Panie Marszałku i błogosławi Twe imię. Ze wszystkich sił serca dzisiaj wołamy: wielki wódz i bohater, krzywd naszych mściciel, wybawca naszej Ojczyzny, Marszałek Foch niechaj żyje!

XV. Mowa do Prezydenta Rzeczypospolitej, p. Stanisława Wojciechowskiego, wypowiedziana w Auli Uniwersytetu Jagiellońskiego, w dniu 15-ym czerwca 1923 r.

Panie Prezydencie, Rzeczypospolitej przywódco, magistratury naczelnej dostojny piastunie! Z uszanowaniem i czcią witamy Cię w murach starej i wiernej tej Szkoły, w której od wieków żyje samowiedza Narodu, duch prawa i ładu, myśl rządu i państwa. Nie zapomnieliśmy tu jeszcze straszliwych nauk niewoli. Pamiętamy, że chciano wyzuć nas z ziemi, mowę nam odjąć, uczucia z serc wyrwać, że usiłowano zabić nam matkę i zamiast niej narzucić macochę. Swobodna Ojczyzna dla nas wciąż jeszcze jest cudem; więc z uniesieniem radości witamy Cię, obywatelu najpierwszy, który wyobrażasz powagę i dostojeństwo Rzeczypospolitej naszej, który jesteś stróżem jej siły i spadkobiercą jej chwały.

Steruj szczęśliwie, prawowity Sterniku; wiedź nas ku zacnej sławie, ku społecznemu zdrowiu, ku zgodzie, ku spójni. W duszach ludzkich dziwnie splatają się złe i szkaradne, ale także przepiękne i przeczyste pierwiastki. Człowiek ma w ser-

cu gotowość podziwu i upragnienie kochania; chce żywić cześć dla mądrości i piękno miłować, drgające w całej Naturze. Mimo wszystkiej chwiejności i tylu nieszczęsnych pomyłek, sumienie jest w nas niekończącym się cudem. Ale w sumieniu Narodu jest dziś jakaś próżnia! Jak za czasów pasterza Amosa dusze nasze opanował niepokój; głód i pragnienie nas dręczą, których chciwość i zazdrość, nienawiść i kłótnia nie zaspokoją. Do czegoś szlachetniejszego tęsknimy niż co nas dokoła otacza, co nas zmniejsza, uciska i coraz bardziej obniża.

Wiedź, Panie Prezydencie: pragniemy wodza. Męskie postanowienie przywódzcy jest wyrazem żywych sił kraju, jest aktem woli, która nie powątpiewa o jutrze. A gdy w oczach naszych przelewa się społeczny ocean, gdy tai w sobie nieobliczalne energje i moce, nie godzi się wówczas wyrzekać się własnej przyszłości. Ale popędy ludów nie bywają świadome, nie stanowią więc woli ani jej nie mogą zastąpić i za pokolenia rozstrzygać muszą mężowie, w których zbiorowy instynkt położył swe zaufanie. Tłum wprawdzie bywa rzadko wdzięczny, bardzo rzadko szlachetny; jak rzekł Antystenes, dumą najlepszych jest, czyniąc dobrze, słuchać bez żalu obmowy i złorzeczeń bez

skargi. Lecz sprawiedliwość zupełna jest bardzo trudno dostępna. Rzadko czyn bywa doskonale dobry i słuszny; nawet w uczciwym naszym postępku czai się może czyjaś niedola lub krzywda. Tylko oderwane myślenie może być całkowicie wszechstronne; w zamiarze, w postanowieniu, w działaniu, w każdym kroku i ruchu tkwi wybór, zatem niejaka wyłączność. Chłodno, zzewnątrz przyglądając się światu, nie możemy być pewni, czy całe wszecharcydzieło istnienia nie jest tylko sennem naszem marzeniem. Lecz skoro do czegoś dążymy, coś budujemy, tworzymy, jeśli nawet chcemy dzień przeżyć, musimy mieć wiarę, że przyszłość od nas zawisła, że można dopomóc cierpieniu i błędom zapobiec, że jedyną radością jest dzieło a jedynem bogactwem - uczciwość.

Ból i cierpienie, niedola i krzywda leżą w rdzeniu Natury. Ponad nasze pojęcia zamiaru i celu, ponad ludzkie widzenie zasługi i winy i kary, wiekuista konieczność zapładnia i zgładza, wytwarza i niszczy, rozkrzewia i łamie, niweczy i sieje, zmusza do życia i popycha do śmierci. Dlatego oczekiwanie przenika Naturę; dlatego rozlega się w niej i ogromny głos szczęścia i powszechny jęk bólu. Dlatego

obowiązek nie może człowiekowi wystarczyć; dlatego potrzeba mu czarodziejskiego pocałunku fantazji, dlatego potrzeba mu nieskończonej radości nadziei.

Panie Prezydencie, pozwól nam śnić, że nasz właśnie Naród, może pierwszy w rodzinie ludów, błogosławione owe prawdy zrozumie, które okażą się kiedyś nietylko najszlachetniejsze, najlepsze, ale i najrozumniejsze, najtrwalsze. Okrucieństwo i dzikość, przemoc i ucisk, nienawiść i pycha, łupiestwo i wyzysk – wszystko to rozproszy się kiedyś, jak nizinne opary, przed blaskiem uczciwości narodów. Ludzie zrozumieją nareszcie, że wzajemne ich walki, pod miażdżącą stopą Natury, są nietylko bezecne, lecz są niedorzeczne. «Bądźmy uczciwi», powiedzą, «jeśli chcemy być mniej nieszczęśliwi».

Niechaj Bóg prowadzi Cię, Panie Prezydencie; za trud Twój czysty, ofiarny, siebie samego niepomny, niechaj obdarzy Cię najwyższą nagrodą: szczęściem Ojczyzny. –

XVI. Scholia.

I

Cagion diletta d'infiniti affanni.....

Powracałem z teatru i miałem duszę pełną Hamleta. Dobranoc, miły książę! powtarzałem za Horacjem; niechaj chór anielski do snu cię ukołysze!

Bolesny jak życie, zawiły i dziwny jak świat, chwiejny jak ludzkość i jak ona pełny sprzeczności, Hamlet jest niewyczerpanem, niepojętem zwierciadłem duszy człowieka. Ach zapominam i nie chcę pamiętać o grubych drwinach, które Szekspir, jak kości psu, rzuca gawędzi. Myślę o drgającym w Hamlecie splocie urojeń i mąk, które powracają odwiecznie w naszych znękanych sercach; mówię o mamidłach i widmach, które w nas wszystkich majaczą, którym nieufni ufamy, które przeciw woli kochamy. Nieszczęsny królewicz! na tarasie zamku w Elsinore nie umiał oczu od widowiska oderwać, na które

XVI. Szkoła

I

Czyim dzieckiem [illegible] ...

[illegible] z tatą i mamą [illegible] Hamleta [illegible] piszę książkę! [illegible] za [illegible] i [illegible] że [illegible] się [illegible]!

Bolesny jak życie, zawiły i barwny jak świat, [illegible] jak [illegible] i jak ona pełny sprzeczności, Hamlet jest [illegible] najlepszym zwierciadłem duszy człowieka. [illegible] nam i nie chcę pamiętać o [illegible] które [illegible] jak [illegible], nieco gamoni. Myślę o [illegible] w [illegible] [illegible] i tych, które [illegible] [illegible] [illegible] i [illegible] o [illegible] i [illegible] które w nas wszystkich [illegible], którym [illegible], które [illegible] kochamy. [illegible] ! na [illegible] w [illegible] nie [illegible] 13 [illegible], na które

ciągnęła go przemożna gorycz ~~własnych~~ jego własnych rozmyślań.

Przypatrzcie się, jak Hamlet ludźmi pogardza. Wprawdzie próbuje niekiedy zabawić się ich podłością lub niewymowną głupotą, ale niebawem odrzuca z rąk tę zabawkę ze skończoną odrazą. Może kochał kiedyś słodką dziewczynę, którą los chytrze na jego drodze umieścił; może ~~[illegible]~~ Natura rzuciła go na chwilę, wyrwaną z nicości, w jej upajające ramiona. Ale szał minął i oto krzywdzi ją brutalnie, oto ją obraża bezkarnie a więc postokroć niegodziwie. Cierpi bez miary. Kocha występną matkę; ale kocha ją tylko w podświadomych zakrętach życia, które wziął od niej; z matką złączony jest tylko tajemnemi nićmi, utkanemi ze zwierzęcej tkanki, które, szarpnięte, odzywają się w każdej żywej istocie. W świadomości swej Hamlet matkę potępia; lecz w owej scenie, w której on jest oskarżycielem, sędzią i katem a hallucynacja obrońcą, w rozdzierającej tej scenie, od której wzdryga się serce, on wije się z bólu, równie okropnie, okropniej niż winowajczyni.

258

jego własnych

wagnęła go pozorna gorycz ~~[illegible]~~ (rozmyślań).

Przypatrzmy się, jak Hamlet [illegible] przyjaciela. Wprawdzie postępuje wobec niego [illegible] lub [illegible] [illegible], ale [illegible] zawsze z ręki [illegible] [illegible], że [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], który [illegible] na jego [illegible] [illegible]; [illegible] ~~[illegible]~~ [illegible] [illegible] na [illegible], wyrwanej z [illegible], w [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] i [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], ale [illegible] [illegible] [illegible] w [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] od [illegible] i z matki [illegible] jest [illegible] [illegible], [illegible] ze [illegible] [illegible], które, [illegible] [illegible] [illegible] w każdej [illegible] [illegible]. W [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] w [illegible] [illegible], w której on jest [illegible] [illegible], [illegible] i [illegible] a [illegible] [illegible], w [illegible] [illegible] [illegible], od której [illegible] się [illegible], [illegible] się z [illegible], [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible].

Biedna grzesznico, ukarana okrutnie! Nie mógł przebaczyć ci własny twój syn, ale przebaczył ci Ten, kto wyrzekł: kto z was jest bez grzechu, niechaj pierwszy rzuci na nią kamieniem.

Nie pytajcie mnie o króla i o jego liche rachunki; mniejsza o króla, to karzeł. Karli jest króla rosnący niepokój, szamotanie się zwierzątka, które poczuło nad sobą sępa. Jak drapieżny ptak nad zdobyczą, miecz prawdy coraz ciaśniejsze kręgi zatacza nad królem; albowiem tem okrutniej skrępowana jest prawda, tem bardziej jest przerażająca; niejeden Klaudjusz nad Sprewą i Newą musiał w duszy drżeć przed nią od lat stupięćdziesięciu. Lecz wobec Hamleta król jest figurką tak drobną, tak nędzną, że olbrzym długo nie raczy jej nawet dostrzegać, cóż dopiero z nią walczyć.

Hamlet odrzuca od siebie nietylko króla, nietylko cały świat ludzki, którego zachody wydają mu się jałowe i płaskie, męczące i nudne; Hamlet odrzuca samo istnienie. Nie chce być marjonetką, która po scence życia drepce śmiesznie pięć minut, tam i napowrót, poczem idzie do kosza; nie chce być ślepą igraszką, przez burzę ułud miotaną bez celu. Hamlet nie pragnie żyć. Prawda, że nieufnie przygląda się śmierci; nie rozumiejąc życia, nie wie tem bardziej, czem może

być śmierć; ale i w życie i w śmierć patrzy bez przywiązania, bez trwogi. I do not set my life at a pin's fee powiada nam z precyzją, ze spokojem, który wszystkie uczucia zepchnął aż na dno duszy; ale to wyrok zagłady, który wydaje na siebie. Zabójstwo jest czynem brzydkim, przed którym cofa się wytworność, do którego tylko w oszołomieniu gniewu jest zdolna; choć zatem nie zgadza się na życie, Hamlet nie przystaje i na samobójstwo. Lecz gdyby mógł, gdyby musiał codziennie wybierać pomiędzy jawą a snem? między zgiełkliwem życiem a ciszą, do której stęskniona jest jego dusza? Gdyby słońce, budząc zrana Hamleta, zapytywało go, czy chce żyć?

Za Szekspirem stała Śmierć, gdy pisał Hamleta; Śmierć zaglądała piszącemu przez ramię.

Dobranoc, drogi książę, dobranoc nieszczęsny; nie mogę ci dać innego imienia. Niechaj chór aniołów do snu cię ukołysze! Temi słowy żegna się z tobą nieśmiertelny twój twórca; tę słowa i ja składam nieśmiało na twoim, w ludzkich duszach grobowcu. –

p. 261.

II

Dziwiło mnie zawsze, że ludzie samotności się boją. W samotności ośmiela się myśl i wybiega nad gwiazdy. W samotności dusza tężeje i wydzwania własną melodję. Tylko zdala od ludzi można być lepszym od ludzi; tylko w ciszy zupełnej można dosłuchać się harmonji Natury.

Dzieckiem będąc, tęskniłem do morza. Nęciło mnie morze otwarte i niepodzielone, morze wabiące i pełne obietnic; nie znając go, tęskniłem do morza. Nie wiedziałem, jak umie ~~się~~ odsuwać się leniwie, kapryśnie i zalotnie się wzdragać; jak potrafi huczące napadać, szarpać, wywracać i gryźć. Nie wiedziałem, że morze zmaga się w sobie bez wytchnienia, bez zmiłowania, bez końca; że w jego wołaniu jest skarga, że w jego rozpaczy jest grom.

Od próżni słów ludzi, od smutku i wstydu ich walk uciekałem, wiele lat później, na puste i piaszczyste wybrzeże. Fale uporczywie szły ku mnie i przyglądałem się ich grze niezmęczonej. Za pierwszą falą biegła druga, trzecia i tak dalej bez końca. Dalsza któraś fala w szeregu zwyczajnie sunęła prędzej aniżeli ich cały zbiór; zatem doganiała falę naczelną, przeskakiwała ją lekko i zwinnie, wreszcie, zatoczywszy łuk szeroki, pienisty,

zamierała na piasku.

Drobny to szczegół w nieskończonym bezmiarze wydarzeń; lecz we wszechświecie czyż istnieją szczegóły? W najmniejszem swem drgnieniu Natura przegląda się cała.

III

Wszyscy razem stoimy na wybrzeżu oceanu wszechrzeczy; przyglądamy się wszyscy niezmęczonej grze zjawisk. Wszyscy razem wobec czegoś stoimy, co nie jest ludzkie, co jest pozaludzkie, co zarazem niestety jest także nieludzkie. To coś, co jest wszystkiem, może ~~także~~ również być niczem. Może niezawisła, bezwzględna jest w sobie zamknięta Natura; może jest tylko zespołem sypiących się wrażeń, pod których gradem ~~[illegible]~~ prężymy się od urodzenia do śmierci. Może na podobieństwo pyłu jesteśmy zgubieni w bezdennej przepaści przestrzeni; może przestrzeń jest złudą, odblaskiem błędnego światła, które myśl rzuca na odmęty przejść

swoich własnych. Może, podobnie jak my, światy żyją, rosną, starzeją się; może wszystko idzie z przeszłości i w dal niewiadomą podąża; może i przyszłość i przeszłość zarówno istnieją, jak księga, której odwracamy kartę za kartą; może w naszym rachunku czas jest pomyłką, w którą fatalnie wciąga nas ustrój nasz własny. Po przekreśleniu przestrzeni i czasu może dostrzeżemy niebawem, że pozostała reszta Natury jest spójna i prosta; może i wówczas uderzymy o nową sprzeczność wewnętrzną, o nową przegrodę dla myśli, dzisiaj tajemną. Może za sto lat dzieci naszych dzieci będą litowały się nad Euklidesem i nami; może psychologja obejmie całość wiedzy; może tego dokona inna nauka, której nie domyślamy się nazwy. Materja, którą napozór mamy nieustannie przed sobą, nie jestże pospolitym przesądem zmysłów? Czy może istnieć inaczej „lub rzeczywiściej" aniżeli przestrzeń i próżnia, aniżeli czas i zjawiska, aniżeli przeobrażenia energji, życie, świadomość i myśl? Co poznajemy, nie jestże węzłem zaburzeń w rozmaitości, rozłożonej pod spodem istnienia, w rozmaitości, której pierwiastki są nie do pojęcia? Może podobna oglądać Naturę z tysiąca stron rozma-

twoich uczuciach, które, podobnie jak my, mięsy [illegible] żyją, rosną, starzeją się; twoje wszystkie idee z przeszłości i w dal [illegible] ną podążą i może i przyszłość i przeszłość zarówno istnieją, jak księga, której oglądamy kartę za kartą, i może w naszym rachunku czas jest przestrzenią, w której fatalnie ciąży nad wszystkiemi ustawy. Za prawdopodobne przeczucie i czasu może [illegible] rozumieniu, że przestrzeń może i która jest jedyna i prosta, może i wszystkie światy w nią [illegible] [illegible], a nasz przyszłość do myśli, [illegible] [illegible] [illegible] za [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] się [illegible] [illegible] i [illegible] i może przyszłość [illegible] [illegible] może być [illegible] [illegible] [illegible], który nie [illegible] się [illegible], który najlepiej mamy [illegible] jeszcze ten, że [illegible] przyszłości [illegible] „[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] jak [illegible]„ [illegible] [illegible] i [illegible], [illegible] czas i przestrzeń, [illegible] przestrzenia [illegible], [illegible], [illegible] i myśl? Co po [illegible] nie [illegible] [illegible] [illegible] w [illegible], [illegible] jak [illegible] [illegible], w [illegible], który [illegible] się nie do pojęcia? [illegible] podobna [illegible] [illegible] z [illegible] [illegible] [illegible]

itych i z każdej dostrzegać inne zwodnicze oblicze. Może nasi następcy nie zrozumieją, czemu drobny krok naprzód po drodze pojmowania upaja pokolenie obecne; czemu, poprawiwszy tylko jeden z wielu błędów ludzkiego umysłu, radujemy się, iż posiedliśmy tajemnicę stworzenia? Może plan urządzenia Natury jest tak głęboko ukryty, że nie odgadniemy go nigdy; może odsłonimy powoli, cierpliwie, cząstkę za cząstką posągu rzeczywistości; może ścigamy tylko bańki mydlane, gdy uderzamy o ściany zawierającej nas klatki.

Nie, nie lękajmy się samotności. Wystrzegajmy się raczej, ażebyśmy nie musieli powtórzyć za tajemniczym pisarzem, za wielkim znawcą dusz ludzkich, za przedziwnym artystą, tych słów przejmujących: nieraz ogarniał mnie żal, iż nie zamilczałem, nieraz pragnąłem, abym był nie znalazł się między ludźmi.

IV

W Cambridge poznałem męża, który wiele zrozumiał i wiele wyjaśnił; wytłomaczył on także gonitwę fal na piasku wybrzeża. Nazywał się Sir George Gabriel Stokes, Bart. Drobna to była postać, ciała w sobie skupiona, milcząca; twarz, ostrym rylcem rzeźbiona, była

niejako zakrzepła; oczy patrzały przenikliwie i mądrze ale zarazem szlachetnie. Nie zapomnę tego spojrzenia, nie przestanę czcić ducha. Spokojny i prosty, nie znając pośpiechu, nie potrzebując wypoczynku, rozmyślał przez pogodny czas życia; aż do sędziwych lat niosła go niezachwiana prawość, powszechna cześć towarzyszyła mu do grobu.

Jakże odmienny był serdeczny jego druh i wielbiciel, olbrzym pracy i myśli, wódz pokolenia badaczy, William Thomson, genjalny Lord Kelvin. Entuzjazm płomienny, polot nieporównany, stalowa dzielność i trwałość, bystrość i przenikliwość niemal nadludzka, wszystko było w twarzy tego najpotężniejszego, z którym dane mi było obcować, człowieka; wszystko drgało i grało w jego odkryciach i dziełach, w jego życiu i czynach, w rozpaczliwej, tytanicznej jego walce o prawdę z dręczącą Naturą.

Wstępując w progi Cambridge, kto nie wykrzyknie, jak monarchini angielska: o domus antiqua et religiosa! Jakże opisać Cambridge słowami? Jest jednocześnie świątynią i klubem, jest zgromadzeniem zakonnem i kipiącą naukową pracownią; jest bezmownym pomnikiem przeszłości i kuźnią przyszłości wielkiego Narodu. Jest pepinjerą przyszłych gwiazd parlamentu, rządu i sądu, zarazem zaś promienistem ogniskiem najbardziej oderwane-

go myślenia. Jest źródłem wiedzy, jest ochroną smaku, zwyczaju i obyczaju. Jest szkołą rozrywki i zawodów młodzieńczych, ale także kolebką Bacona, Miltona, Newtona, Byrona, Macaulaya, Darwina, Kelvina, Maxwella, Rayleigha. W Cambridge uczą nietylko sale szkolne i laboratorja, nietylko muzea i biblioteki; tam uczy i kształci spokój i cisza idących za sobą w łańcuchu dziedzińców, pięknodziałonych bram (napoły fortecznych, napoły tryumfalnych), siła twardych wież i opanowane bogactwo strzelistych wieżyczek, wybredny przepych łuków i sklepień, wykończenie sprzętów, cały czar i powaga skupionej, mądrej, szlachetnej architektury; tam uczy i wychowywa świeżość i miękkość ogrodów starych, parków rozmarzonych, które surowość murów otaczają krasą wiosenną, wdzięk rzeczułki, przekradającej się cicho pod gotykiem mostów, życie pracowite, godne, uprzejme, łagodne ludności miasteczka oraz ludności wiejskiej dokoła, od wieków uczciwie na roli siedzącej. Tam przedewszystkiem do duszy przemawia wspaniała duma tradycji, chwała dzieł dokonanych, urok wysiłków tylu potężnych umysłów, pamięć polotu genjuszu, którą przesiąkł tam każdy kamień; tam napomina i przykładem tam świeci spokój i równowaga przeciwnych a przecież szanujących się nawzajem poglądów, dążeń i prądów, nieograniczona swoboda uczciwych przekonań,

moc potępienia wszystkiego, co jest rzeczywiście nikczemne. Z Cambridge nie może powierzchowność wypełzać, niedbalstwo lub kłamstwo; sumienność, dzielność, prawdziwość tak rozumnie zachęca tam do naśladownictwa. W Cambridge nie może wyhodować się lekkomyślność i zarozumiałość oraz zaślepienie namiętne, które wywraca bez potrzeby i celu; tam przeszłość zbyt wymownie żąda od nas podziwu, zbyt serdeczną i trwałą wyradza w nas wdzięczność.

V

Mamy w Polsce nasze Cambridge i Oxford i Canterbury razem; mamy je w starym Krakowie, w jedynym i własnym Krakowie. Dbajmy o Kraków! o drogi nasz Kraków, zamyślony i brudny jak mędrzec w łachmanach; o dziwny nasz Kraków, niemyty i wielki, mały i szczytny, tonący w błocie i w abstrakcjach myśli, w czarodziejstwie sztuki i w pyle, w królewskich wspomnieniach i w mądrości stuleci. Kraków niechaj będzie szkołą Polski, inną niż Cambridge lub Lejda, równie piękną, bardziej tragiczną. Mamy w Krakowie zdrój wiedzy; jest tam *fons doctrinarum irriguus*, jak chciał Założyciel; i ognisko pracy i myśli, warsztat badania, świątynia pamięci, czujna i baczna strażnica, pochodnia

mroku niewoli. Lecz ona w takiem ubóstwie, owa Scientiarum praevalentium margarita, w cieśni, w niedostatku, w bolesnym i upokarzającym smutku bezsilności! Przed pięciu wiekami błogosławiona nasza Królowa przekazała temu Uniwersytetowi swoje klejnoty; czy powszedniego chleba poskąpi mu Polska dzisiejsza?

VI

Powracałem do studenckiego mego mieszkania wzdłuż ~~[illegible]~~ brudnego kanału, który od brudnej kobiety wziął nazwę. Stały w szeregu koszary, stajnie, więzienia, szynkownie. Snułem się śród domów bezkształtnych i nieuzasadnionych pałaców, przez dorywcze miasto zgnilizny, które z błota pod przymusem wyrosło, nie poczęło się w ziemi błogosławionej, karmiącej; przez miasto chore i złe, wczoraj pozbawione radości słońca i światła, jutro znów ukojenia, które człowiekowi przynosi noc. Tyle lat upłynęło! Widzę jeszcze przed sobą okrutną stolicę, ponurą, posępną, jak niedola nieszczęsnego ludu, który umie być wolny li tylko w rozbestwieniu; który i dzisiaj, ogromny, bezsilny, potrafi znów tylko niszczyć, znów tylko ~~[illegible]~~ się pastwić. Nazywam i ciebie nieszczęsnym, tragiczny narodzie; kto zdoła zstąpić na dno twojej hańby i męki? Twój syn, może największy pisarz pokolenia, powrócił stamtąd # w obłędzie.

* Car Piotr wypuścił rumakowi wodze
* Widać, że leciał, tratując po drodze ....

VII

On se lasse de tout excepté de comprendre. Jakże często powtarzał poważne te słowa Karol Potkański, on, który był tak bardzo strudzony, zanim mu było dane odpocząć.

Dlaczego wszystko powszednieje i nuży, wszystko przesyca i wszystko zniechęca, prócz niekiedy uśmiechu myśli bolesnej, oprócz zadowolenia, nieraz przecie zaprawionego goryczą, które rodzi się z pojmowania? Dlaczego? Albowiem pojmować, to tylko spoglądać, rozważać, dostrzegać, to biernym i obojętnym być widzem, który nie chwali, nie gani, nie raduje się ani się smuci, który nikogo do niczego nie wiedzie, wieść nie chce i wieść nie potrafi. Albowiem pojmować, to bynajmniej nie pragnąć, nie dążyć, nie walczyć; to jeszcze nie – żyć. Można wiele rozumieć i niczego nie dokonać na ziemi. Na ziemi zwycięża nie myśl ale wola; tylko wola w życiu zwycięża. Myśl oderwana jest sama przez się bezpłodna.

Piotr, zwany Wielkim, czynny, dzielny, sprawny i silny, do okrucieństwa bezwzględny, aż do zwierzęcości okrutny, Piotr nie był

Hamletem, gdy kosztem wielu tysięcy istnień ludzkich dźwigał z bagien swe miasto. Bismarck nie dbał o sąd kilku pedantów, gdy butem kirasjera deptał prawa boskie i ludzkie a zwyciężonym pozostawiał tylko szyderstwo. Napoleon, gdy chwytał Europę w wypieszczone, śliczne i nieubłagane swe dłonie, nie podsłuchiwał z pewnością, nie rozpamiętywał własnej swej duszy; wierzył w siebie samego, gdy, równie biegle grając na najwyższych uczuciach i na najniższych instynktach, pędził dokąd chciał tłumy ludzkie, któremi bezgranicznie pogardzał.

W chwili, w której przełamuje się życie i rozstrzyga się los, Hamlet, ironiczny, niedbały, zajęty jest błyskotkami; Hamlet układaniem aforyzmów się bawi; nie może nawet, niepoprawny gryzmoła, powstrzymać się od zapisania go sobie. Umieszczony w notatkach, stryj dla Hamleta już jest ukarany; oto czyn, do którego prawdziwy Hamlet jest zdolny. Giń, stado wilków, ja się uśmiecham, taka jest krótka treść uczuć, które żywi względem ludzkości. Ale ten uśmiech jest bardzo bolesny.

Dla pojmowania czystego, nie dbającego o zastosowanie i korzyść, dla twórczego polotu, oderwanego od życia, dla ogól-

mień, które myśl ludzką do najwyższej potęgi wynoszą, Napoleon ma tylko lekceważenie, niechęć, pogardę; do "rezonerów, "gadułów, ideologów, adwokatów i metafizyków" żywi odrazę, graniczącą z fizycznym wstrętem. Widnokręgi nauki, tęsknoty poezji, uroki sztuki, ogłada i wykwint dobrego obyczaju, tolerancja i umiarkowanie, wyhodowane w atmosferze subtelnej kultury, uczciwość, łagodność i prostota serc czystych, dobra wiara, lojalność, moc przekonania, wierność danemu słowu, uszanowanie praw cudzych, przywiązanie do swego języka i kraju, patrjotyzm, religja, wszystko, co gra w duszy ludzkiej, co życiu nadaje znaczenie i wartość, wszystko to dla Napoleona są puste, dziecinne albo kłamliwe wyrazy *). Treścią ludz-

---

* « Il ne pardonnait à la vertu que lorsqu'il avait pu l'at-
« teindre par le ridicule » (Madame de Rémusat). « Il n'a
« jamais éprouvé un sentiment généreux ; c'est ce qui rendait sa
« société si sèche, c'est ce qui fait qu'il n'avait pas un ami.
« Il regardait les hommes comme une vile monnaie ou comme
« des instruments » (Comte Chaptal). « Général » (słowa Napoleona do generała Dumas) « vous étiez de ces imbéciles qui croyaient à la liber-
« té ? Vous ne vous êtes pas rendu compte de vos motifs ; vous ne pouviez
« pas être différent des autres ; l'intérêt personnel est toujours là ».

kości jest on sam, Napoleon; on jest osią świata i jego istotą. Ludzie są jego rzeczą, własnością; są i być nią powinni, na inny los nie zasługują; ich przeznaczeniem jest stać się pod jego stopy Tytana. Porwany sennem marzeniem, uniesiony wizją wspaniałą, godną zarazem Cezara i dziecka, wzniósł z trupów ludzkich budowlę gigantyczną, potworną, aż wreszcie legł zdruzgotany pod bezkształtną ruiną jej szczątków.

Tak, wola w życiu zwycięża; czy jednak buduje? Piotr, który (własną ręką nieposłusznych) na śmierć zadręczał ohydnie, czy nie kładł podwalin pod rządy dzisiejszych swoich następców? Bawiąc w Wersalu, w 1871-ym roku, w sercu zgniecionej Francji, Bismarck (nie wiedział zapewne), że z tłumu ciekawych przypatruje mu się młody, blady z oburzenia i bólu żołnierz francuski, któremu na imię jest Foch. Co pozostało z okrutnej chytrości Katarzyny, z wybuchów wściekłości Mikołaja, z katowskiej roboty Murawjewa, z żandarmskich Pobiedonoscewa zabiegów? Nowosilcow, który nas nienawidził, brutalną ręką potrącił struny, dla Polaka bezcennie grające. A gdy ten, którego pióro wymienić się wzdraga, rozpoczynał w Warszawie siejbę kąkolu, rzekł w obecności stu osób, iż ||| wkrótce w tym kraju ||| piastunki będą dzieciom do snu po rosyjsku nucił ||| . Gdzie

moje notatki? zapiszmy czem prędzej: można być człowiekiem niepospolitym, jednocześnie oszalałym w zaciętości głupcem.

VIII

Przechylam się może ku rozmyślaniom smutnym w tych dorywczych zapiskach, które kreślę pobieżnie na brzegach księgi mojego żywota. Ale zaślepienie, zawziętość, ciasne roznamiętnienie musi nas razić i boleć; zawiść, swarliwość, niekarność, złość licha powinna nas niepokoić, nieuczciwość do żywego poruszać. O ileż szlachetniejsze jest oblicze Natury! Natura nie zna podstępu, wybiegu i kłamstwa; wszystko jest prawdą, co w niej się ziściło; każde nią odetchnięcie uczy nas rzetelności. Wszystko w Naturze jest ścisłe; matematyka i logika ludzka jest tylko słabem odbiciem jej precyzji i miary. Wszystko w Naturze jest ruchliwe i zmienne, ale może nic chaotyczne; pozorny [illegible] hałas wydarzeń jest może tylko niezrozumianym [illegible] akordem. Wszystko w Naturze jest spójne i zgodne i harmonijnie spokojne, wszystko postanowione, [illegible] zapewne konieczne; bez praw, bez choćby pozoru prawidłowości niema nauki, myśli, świadomości, niema nawet Natury.

Jaka śmiałość i groza w widokach wszechświata! Przez otchłań przestrzeni, przez lodowate i bezdenne przestworze biegną

bryły wystygłe, zakrzepłe, milczące; oto płoną w czeluści słońca młodzieńcze, tryskając dokoła obłąkanemi miotami; oto strumienie gwiazd płyną i krzyżują się cicho, oto kłębią się potworne mgławice, kolebki dalekich i nieświadomych nam światów. Patrzmy! Tu przed wszystkiem odsłania się budowa materji. Oto przepiękna architektura kryształów, dziś już odrysowana; oto gorączkowy rozgwar śpieszących gazowych molekuł, dziś już ujęty w formuły ścisłe. Oto tłum nieprzejrzany drobnych i małych, coraz drobniejszych i mniejszych fragmentów materji; wszystkie te ziarenka umiemy poznawać i liczyć i mierzyć i ważyć. Oto straszliwy popłoch chemicznej reakcji, w której rodzi się nowy układ materji; w tym nieobjętym zamęcie obowiązują przecież prawa, od których niema ucieczki. Oto atom chemiczny, ostatnia cząstka, przed którą zatrzymywał się do niedawna wzrok wiedzy; dostrzegamy w nim dzisiaj maleńkie jąderko, niezmiernie w sobie skupione, potężne; dokoła snują się elektryczne pyłki, niekiedy skaczą niezrozumiale, raptownie, wstrząsając ocean próżni; fale tworzą się wówczas, któremi świat daleki dygoce. Niekiedy w konwulsjach pryska misterny ustrój atomu; wyrzucone zeń elektryczne pociski biegną wówczas przez pustkę jak potępieńczy huragan.

W sztuczkach cyrkowej szarlatanerji szukacie cudów, głusi i ślepi, dobrowolnie ślepi i głusi! O ileż dziwniejsze są dziwy podmuchu wiatru, kropelki rosy, błękitu nieba; o ileż głębsze są tajemnice bicia serca, brzęczenia owadu, zapachu kwiatu, barwy liścia a nawet i czerni sadzy pokornej. Wszędzie dokoła są cuda, gdzie ciżba nieświadomość dostrzega tylko pospolitość i nudę. Niepojęta jest rzeczywistość Natury; lecz jej treść jest tak przejmująca, że stajemy olśnieni, zagłębiwszy się pod codzienny, zewnętrzny jej pozór. W Naturze spełnia się, o czem nikt nigdy nie marzył; nasze marzenia umieją tylko w splątaniu powtarzać to, co istnieje; nikt nigdy nie wyśnił, co spostrzegamy, gdy potrafimy uchylić zasłonę wszechrzeczy. Natura jest źródłem naszych myśli i wzorem naszych zachwytów; jest arcydziełem niedostępnego nam cudu, jest tajemnicą, której tylko widmo niepochwytnie migoce przed nami. Ona nam daje niewyczerpany skarb i ból życia; ona koi wszystkie cierpienia i zamyka wszystkie nadzieje; ona ukryje nas, gdy zniknie ostatni, przelotny ślad naszego istnienia.

IX

W miasteczku Dôle, śród gór francuskiego Jura, mieszkał przed stu laty skromny garbarz, Jan Józef Pasteur, były żoł-

mierz napoleoński, jeden z tych, którzy kilka lat przedtem z rozpaczą w sercu bronili Ojczyzny. Temu prostemu ale dzielnemu człowiekowi, 27-go grudnia 1822-go roku, urodził się syn Ludwik. Po ojcu odziedziczył surową, niezachwianą prawość i czystość moralną; mawiał sam, że przykład domowy nauczył go, czem jest karność, czem cześć i czem obowiązek. Matka obdarzyła go entuzjazmem, którego nie wyczerpało długie życie, pracowite i znojne. Ciche to było dziecko, marzycielskie, nieśmiałe, w sobie zamknięte, gorąco przywiązane do ostrych skał i do miękkich swoich pagórków, do dolin winogradem pokrytych, do sennego domu rodziców, ukrytego śród zieleni i kwiecia. Z pospolitego na pozór chłopca, w szkołach raczej miernego, mało naogół obiecującego, miał z biegiem lat wódz w badaniu życia i świata wyrosnąć, nauczyciel ludzkości, którego ona czci dzisiaj cała, dobroczyńca, godny nietylko podziwu ale i niewygasłej wdzięczności. (a cap) Pasteur otworzył nowe widnokręgi przyrodniczego myślenia, nowe zakresy lekarskiego działania; nauczył nas także nie gardzić pyłkiem, prochem, okruszyną, zaledwie widoczną odrobiną żyjącą; w zgniliźnie, w chorobie, w straszliwej zarazie pokazał, jak szukać źródeł wiedzy i rękojmi życia. Powiedziano w XV-ej księdze Koranu, że Eblis, książę a-

mierz najpełniejszy, jeden z tych, który [illegible] lat przedtem z [illegible]
ciąg w [illegible] Ojczyzny. [illegible] od [illegible]
wiekowa, 27go grudnia 1822go roku, urodził się [illegible]. [illegible]
[illegible] świata, niezachwianej prawdy i czystości [illegible]
ną, [illegible], że przykład [illegible] jego, czem jest [illegible]
rać, czem [illegible] i czem [illegible]. [illegible]
[illegible], którego nie [illegible] życia, [illegible] i [illegible]
[illegible] było [illegible], [illegible], [illegible], w [illegible]
[illegible] do [illegible] i do [illegible]
[illegible], do [illegible], do [illegible]
[illegible], [illegible] i [illegible]. Z [illegible]
[illegible], w [illegible] [illegible]
[illegible], [illegible] z [illegible] lat [illegible] w [illegible] życia i [illegible]
[illegible], [illegible], której [illegible]
[illegible], [illegible] ale i nie [illegible]
[illegible] [illegible] nowe [illegible]
[illegible] [illegible], [illegible] nie [illegible]
nie [illegible], [illegible], [illegible], [illegible]
[illegible] i w [illegible], w [illegible], w [illegible]
[illegible], [illegible] [illegible] życia. [illegible]
[illegible] w XV-ej księdze [illegible], w [illegible], księga [illegible]

niołów, odmówił posłuszeństwa, gdy Stwórca rozkazał mu złożyć hołd Adamowi. „Duchem jestem" rzekł Eblis; „nie przystoi mi cześć stworzenia, które z nędznej gliny jest ulepione". I za tę odpowiedź Eblis wygnany jest z Raju na całą wieczność. Nie pogardzajmy żadną cząstką dzieł Stwórcy. W ziarenku piasku, w znikomej bakterji tają się prawdy, których zrozumienie niepomiernie przerasta siły ducha ludzkiego.

Badacz życia, zwycięzca strasznych chorób, od cierpienia obrońca, Ludwik Pasteur wzrósł (chciałbym to jeszcze raz wspomnieć) w atmosferze cichej i uczciwej pracy, w atmosferze wierności i posłuszeństwa oraz umiłowania Ojczyzny. I w tych uczuciach trwał zawsze. Kochał naukę, kochał Francję, wierzył niezłomnie w wielkie i wieczne zasady sprawiedliwości, ludzkiej życzliwości, braterstwa. Gdy ciężkie cierpienie wisiało groźbą nad jego życiem, mówił przyjacielowi: „byłbym chciał oddać jeszcze jakąś usługę memu krajowi." Gdy stał już u szczytu bezprzykładnej swej sławy (a jego sława nie kosztowała ani jednej łzy ludzkiej), gdy był obdarzony wszelkiemi dowodami czci i wdzięczności, powiedział wówczas

: nauka nie ma ojczyzny, ale ma ją uczony. Kiedyindziej zaś, w ciszy pracowni, w skupieniu umysłu, napisał szlachetne słowa: w księdze postępów nauki brak jednej karty, równie pięknej jak dobroczynnej: tej, którą podyktowałoby serce. I tę właśnie kartę on sam zapisał, wyrył ją niezatartemi zgłoskami w duszy najdalszych pokoleń.

Powtórzmy za poetą:

Si je t'ai proposé des épreuves si rudes,
Je sais faire des lits dignes des lassitudes!
Va! les sommeils qui te sont dus,
Loin du heurt des marteaux, du grincement des limes,
Berceront ta fatigue en des hamacs sublimes
D'une étoile à l'autre tendus!......

X

Gdy młodzież zwraca się do nas z prośbą o opiekę, o pomoc, czyż możemy odmówić? czy podobna przypuścić, abyśmy przyglądali się obojętnie udręce naszej własnej młodzieży?

Na nieprzerwany łańcuch wysiłków jesteśmy wszyscy skazani. Na-

tura zmusza nas do niekończącego się nigdy mozołu; walka z jej groźbą jest tłem, co mówię? jest treścią naszego istnienia na ziemi. Lecz niechże ten trud spada na barki przygotowane, dojrzałe. Nasza młodzież ugina się pod podwójnem brzemieniem: kształci się i pełni obowiązki już wykształconej, pracuje i zarazem przysposabia się do pracy przyszłości; nasza młodzież walczy jednocześnie o wiedzę i życie. W jednym dniu dwa takie zadania, dwie troski, dwa umęczenia, gdy organizm jeszcze nieodporny, plastyczny, gdy potrzeba mu zdrowego i obfitego, moralnego i fizycznego pokarmu, gdy myśl młodzieńcza niezaufana onieśmiela się własną słabością, gdy niedoświadczona sto błędów popełnia, gdy długo się błąka, zanim dotrze do prawdy.

Dziś nasza młodzież boryka się z chłodem i głodem, z cieśnią i ciemnią, z wyczerpaniem, chorobą, kalectwem; ale wczoraj oddawała przecież ofiarnie zdrowie ojczyźnie. Młodzieży, która wróciła do szkoły z obozu, z okopu, należy się nie litość lecz wdzięczność nasza serdeczna. Zrozummiejmy, że w pozornej ciszy czasu pokojowego toczy się walka mniej głośna, ale równie jak orężna tragiczna, że wre dokoła nas bitwa

nieustanna, codzienna, okrutna, która kosztuje niemniej ofiar i łez. Stwórzmy dla naszej młodzieży dobre i tanie kuchnie, azeby dla niej nie budować sanatorjów gruźlicznych. Zamiast obcych do kraju sprowadzać, chrońmy i kształćmy naszych własnych młodzieńców; pomagajmy dzisiaj uczciwym i dzielnym, zamiast jutro niedouków znosić i wykolejeńców.

Prawda, że wszystko wypłynęło z cierpienia: i mądrość i miłość i wiedza i wola. Wszystko z cierpienia wyrosło, nawet nadzieja. Cierpienie jest płodne, znój jest błogosławiony; ale tylko dlatego, że na ból jest lekarstwo, że dla niedoli znajduje się ukojenie, że wobec niebezpieczeństwa pojawia się pomoc. Każda zatem próba ratunku jest odruchem zdrowego społecznego instynktu, jest nieodzowną siejbą przyszłości.

Nie zgodzimy się w Polsce na zmierzch myśli, na upadek obyczaju. Dopomożemy młodzieży.

XI

Jakiej postawy winniśmy żądać od człowieka na widok zewsząd grożącej mu nawałnicy cierpienia? Czy mamy oczekiwać od niego naprężenia sił, opanowania bólu w milczeniu oraz dumnej pogardy, która wznosi nas wysoko ponad gry-

żącą udrękę? czy mamy rozkaz Aequanimitas rzucać światu, jak Antoninus Cezar, gdy spokojnie umierał w pałacu swym w Lorium, dnia 7-go marca 161-go roku po N. Chr.? Czy może raczej powinniśmy nauczać cierpliwej pokory, odrzucenia doczesnych upragnień, wyrzeczenia się ziemskich radości? czy biedną ludzką istotę wieść mamy przez coraz wyższe szczeble uduchowienia w świat utęsknionej nadziei?

Jeszcze inne drogi stoją przed nami otworem. Spoglądając na powszechny, na nienasycony pęd życia, musimy coraz mocniej odczuwać łączność idących po sobie pokoleń, spójnię żywych i zmarłych, oraz bezmiar splątania, w którem uwikłani jesteśmy, gdy mozolnie wywiązujemy się z sieci przeszłości i zasnuwamy się w przyszłość. Poczynamy wówczas dostrzegać, że tragiczne i piękne cierpienie może być marnotrawstwem; że nieszczęście, choć drogocenne i święte, bywa przecież biologicznym uszczerbkiem. Zaczynamy rozumieć, że niedola i niemoc to często przestroga, lub kara za społeczne zaniedbania i winy. Wszczynamy wówczas walkę z okrutną Naturą, którą umiemy zwyciężać, pod warunkiem, iż jej prawom jesteśmy posłuszni. Obieramy wówczas inne niż Antoninus hasło; mówimy:

szczęście jest niemożliwe, ale nieszczęście nie jest konieczne.

Lecz te, tylko na pozór różne i sprzeczne przepisy, wezwania oraz ideały życia, zrodzone z tysięcznych potrzeb, popędów i zdolności człowieka, wszystkie one zgadzają i jednoczą się wszystkie: w przykazaniu dobroci, która poprawia, ogrzewa, podnosi; w porywie miłosierdzia, tej najgłębszej mądrości; w dalekiem spojrzeniu rozumu, który dostrzega to samo, co przeczuło serce: moc i mus ludzkiego braterstwa.

XII

Nauka rozwija się przed naszemi zdziwionemi oczyma; rozwija się zaś według praw niewzruszonych. Nie znamy dzisiaj tych praw i historja nauki jest dotychczas prostą opowieścią jej dziejów; lecz skoro w niej odwrócimy uwagę od ludzkich, zatem, małych i błahych wydarzeń, gdy pominiemy próby bezpłodne, dążenia zawodne, upodobania nietrwałe, cóż dostrzeżemy w nieustannem przeobrażaniu się oblicza nauki? Dostrzeżemy, że pomimo pozornych zmian i przewrotów, pokolenia naogół ciągną cierpliwie przekazaną im pracę duchową, rozszerzając i udoskonalając ją nieraz, bardzo rzadko stawając z nią w istotnej sprzeczności. Dostrzeżemy, że

poznawanie Natury rozrasta i pogłębia się niemal automatycznie, według wzorów, które ~~nam~~ nauka Biologji wyjaśnia. Zauważymy, że uogólnienia, które stanowią klucz wiedzy, wynikają z poprzedzających prac i zdobyczy niejako same przez się, często bez świadomego zamiaru badaczy i twórców, niekiedy wbrew ich odmiennym usiłowaniom. Zrozumiemy wówczas, że w prawdziwej swej treści rozwój nauki jest nieprzerwany, jest nieprzypadkowy, że (w ścisłem znaczeniu wyrazu) jest ciągły, że dokonywa się jak gdyby był podyktowany przez spokojną konieczność.

XIII

Nauczanie ma tylko jednego wroga: nudę; ale ów jest nielitościwy. Ktokolwiek uczy, winien o tem pamiętać, że zachęca albo zniechęca, że zraża albo pociąga; że podnieca ciekawość i pozostawia zdziwienie albo też, kładąc grubą rękę na budzącej się duszy, dławi jej poryw, tłumi jej brzmienie. Odpowiedzialność nauczyciela jest bezgraniczna.

Niema w nauce nic, co byłoby płaskie i nudne; niema w świecie nic, co byłoby próżne i czcze. Wszystko jest wielkie w Na

turze, wszystko jest piękne, albowiem wszystko jest spójne, zwarte i łączne, wszystko jest jedyne, całkowite i wspólne. Szare i płytkie bywają tylko odbicia świata w miałkich umysłach.

Gdy raczył dopuścić młodego Baudelaire'a przed swoje oblicze, Teofil Gautier zapytał go przedewszystkiem, czy zwykł czytywać słowniki; Niejeden zaś szkolny podręcznik potrafi nawet baśń czarodziejską zasnuć szarą mgłą obojętności.

Otwieram książeczkę, przeznaczoną dla ucznia; spotykam tablicę ciężarów właściwych: korek 0.24, nafta 0·80, żelazo 7·5, ołów 11·4. Taka tablica wydaje się sucha; taka tablica nie budzi w nas uczucia radości; dlaczego? ponieważ nie my sami utworzyliśmy pojęcie ciężaru właściwego, ponieważ nie ~~my~~ wynaleźliśmy nowego sposobu wyznaczania jego wartości. Lecz Alhazen głęboko był przekonany, że „w dniu wielkiego sądu Bóg miłosierny ulituje się nad duszą Abur-Raihâna, albowiem na tym padole płaczu Abur-Raihân pierwszy ułożył tablicę ciężarów właściwych". Archimedes był uniesiony radością ~~zachwytu~~, gdy przeniknął wspaniałe twierdzenie, które dziś dręczy nasze dzieci szkolne. Odkrywca poczytuje zawsze za klejnot swoje odkrycie i musi je uważać za zdobycz bezcenną; bez niejakiego zaślepienia nie byłoby wca

le odkrycia. Odkrywcą, wynalazcą, zdobywcą jest również młody, rozwijający się (powoli) umysł; dopomagając mu w trudnej wędrówce przez pracę i dzieła pokoleń, zachowajmy dziecku radość, sprężynę powodzeń.

Nie ulegajmy pospolitej rutynie; usiłujmy myśleć, nietylko (zaś) umieć. Szukajmy sposobów myślenia; szukajmy ich w książkach, szukajmy ich w faktach, ale nie szukajmy książek i faktów. Książka jest ujęciem odrobiny rzeczywistości w pęk formuł; książka jest pośrednikiem i poradnikiem w pracy, ale pracy nie może zastąpić. Zjawiska powinniśmy poznawać przez zmysły. Od zmysłów do uogólnień umysłu droga jest męcząca i długa; niestety, zbyt często idziemy po niej wstecz w nauczaniu i utykamy u początku, który powinien być końcem.

Mądrość książkowa tem bardziej jest niebezpieczna, iż na pozór jest bardzo łatwo dostępna. Łatwiej jest czytać aniżeli myśleć; dlatego tak często czytujemy bezmyślnie. Gdy znaki bierzemy za rzeczy, gdy zdania podstawiamy za fakty, popełniamy błąd gruby i mściwy. Przypuśćmy, iż wychodzący ze szkoły młodzieniec umie posługiwać się wyrazami; czy już tem samem potrafi opanowywać zjawiska? Prospero kochał się w książkach;

zatem Antonio, uznawszy, że dość wielkiem państwem książki są dla brata, łatwo wyzuł go z księstwa. Najwyższa wykształceniem warstwa naszego społeczeństwa wydaje mi się niekiedy niepokojąco do Prospera podobna; niechaj strzeże się losu Medjolańskiego książęcia.

Człowiek jest kompleksem faktów nie mniej, lecz owszem stokroć bardziej godnym uwagi aniżeli ołów lub bezwodnik węglowy, aniżeli równoległobok sił lub przecięcia stożkowe; ale jako przedmiot rozmyślań, jest niepomiernie trudniejszy. Naukowe badanie zjawisk duchowych zaledwie rozpoczyna się dzisiaj. Dziecko szkolne nie jest zdolne do pojmowania, ani nawet do podziwiania człowieka. Homer nuży chłopca, Sofokles go odstręcza; przyczyna jest prosta: trzeba żyć długo, trzeba przejść wiele, ażeby odczuć urok Homera, głębię Sofoklesa. Ażeby pochwycić coś z Fausta, trzeba, choćby zdaleka, być małym Faustem; wszak każdy czytelnik, cokolwiekbądź czyta, myśli o sobie samym zawsze. Co stulecia znalazły w bezmiarze Natury, to zaułkach dusz ludzkich, trzeba to wchłonąć, ażeby uwielbić genjusz, niemal przerażający genjusz Szekspira. Czy Dziady może pojąć dziecko, które nie zna Litwy, nie było w Petersburgu, nie widziało rosyjskiego żandarma, nie zaznało ucienmiężenia niewoli; które nie wie,

co rozpacz i co jest kochanie? Na dnie życia jest coś, czego niepodobna wydobyć. Trzeba czuć się mocarzem szczęścia lub czarodziejem natchnienia, trzeba się spłakać goryczą też lub niewypłakanego obłędu być bliskim, ażeby zrozumieć, czego życie może dosięgnąć.

Przez długie lata ludzie nie raczyli naogół obserwować metali i soli i kwasów i innych związków chemicznych, lecz usiłowali narzucać im własne swe widzimisię. Czy niektórzy pedagogowie (z pewnością nie wszyscy) nie pozostają jeszcze dziś, wobec dziecka, na poziomie Alchemji? Uważajcie, jak dziecko samo dostrzega, rozważa i uczy się, dopóki mu w tem szkoła nie przeszkodzi. W każdem normalnem dziecku istnieje potrzeba myślenia; kształćmy ją, chrońmy ją. Nie zamęczajmy pamięci, nie zatruwajmy zaciekawienia. Dajmy dziecku trochę swobody i samodzielności, więcej umysłowego i fizycznego ruchu; nie nadzorujmy tak czujnie; zapraszajmy, nie popychajmy!

Wyobrażam sobie, że mówię w lekcji szkolnej o średniej gęstości kuli ziemskiej; lub o dielektrycznej stałej dielektrycznego ośrodka; lub o składzie chemicznym wody, o naturze powietrza, o azocie, argonie. Wymieniłem nazwisko Henryka Cavendiska; lecz to nazwisko jest pustym dźwiękiem dla szkolnego chłopaka. Biorę wówczas do

ręki *Essays in Historical Chemistry* prof. T. E. Thorpe'a i czytam w szkole, śród głębokiego milczenia, ustęp następujący:

„Nowoprzybyły gość, okazały mężczyzna, wystrojony w żabot
„wspaniały, wspina się powoli po schodach, ku utrapieniu
„drobnego, cienkiego, niestarego jegomości, przybranego w peru-
„kę i w staromodny, bladofioletowy strój dworski; ów mały
„pan krąży po podeście schodów, zakłopotany, nie mogąc
„widocznie znaleźć w sobie dość odwagi, by wkroczyć do sa-
„li. Zbliżanie się wysokiego, okazałego przybysza zmusza
„jednak małego pana do tego rozpaczliwego ~~[illegible]~~ kroku. Prze-
„biega on salę szybko, krokiem niecierpliwym; na jego twa-
„rzy maluje się zakłopotanie; jest wprost niezadowolony,
„jest podrażniony, gdy ktokolwiek nań zwraca uwagę. To
„Hon. Mr Cavendish, słynny chemik i fizyk. Próbuje na-
„reszcie zbliżyć się do koła osób, które rozmawiają widocz-
„nie o sprawach poważnych. Mówią o pogłosce, właśnie po
„Londynie krążącej, jakoby wojska Lorda Cornwallis do-
„znały były w Północnej Ameryce wielkiej klęski, otoczone
„przez bandy owego obmierzłego arcy-rebelizanta, Wash-
„ingtona. Temat ten nie interesuje Mr Cavendisha. Pró-

„ buje posłuchać, co mówią w innej grupie o dziwactwach Lorda
„ Jerzego Gordona, o przygodach p. Watta, pewnego inżyniera,
„ toczącego podobno zaciętą walkę z niegodziwcami, którzy chcą
„ mu odebrać prawa i korzyści własnych jego wynalazków. I te
„ wiadomości nie zajmują p. Cavendisha. Jego zachowanie
„ zmienia się nagle, gdy ktoś wymienił nazwisko p. Herschla.
„ Pan Herschel jest to pospolity muzykus, w Bath zamiesz-
„ kały, który miewa dziwne zachcianki; w wolnych od ~~pracy~~
„ zarobkowej pracy chwilach zbudował teleskop; przy pomocy tego
„ narzędzia odkrył niedawno, jak twierdzi, nową planetę. Mr
„ Cavendish słucha z przejęciem; ma nawet zamiar otworze-
„ nia ust, zadania pewnego pytania, gdy spostrzega przed sobą
„ nową twarz, nieznajomą. Mr Cavendish ucieka w niewysło-
„ wionym popłochu. Ale owóż okazały mężczyzna w żabocie,
„ znany mu ze spotkania na schodach, zabiega drogę p. Caven-
„ dishowi; pragnie mu przedstawić pewnego zagranicznego
„ uczonego, który, jak powiada, przybył do Anglji, ażeby po-
„ znać znakomitego, słynnego badacza, Mr Cavendisha. Uczo-
„ ny zagraniczny potwierdza te słowa; dodaje, że gorąco prag-
„ nąłby mieć zaszczyt dłuższej z p. Cavendishem rozmowy. Lecz
„ Mr Cavendish nie może ani wyrazu wykrztusić; jest tak
„ zakłopotany, że nie wie ~~[illegible]~~, co ma począć ze sobą;

„ aż nagle upatrzywszy śród tłumu gości przejście swobodne,
„ śpieszy niepowstrzymanie tamtędy i dopadłszy swego staro-
„ żytnego pojazdu, z niewymowną w duszy ulgą jedzie do
„ domu ».

XIV

I'll set a bourn how far to be belov'd ; z temi drażniące-mi słowy na ustach Kleopatra Szekspira występuje na scenę. « Ustanowię granicę, do której chcę być kochana ; ukażę ci kres, « mój kochanku, uniesienia i szału. » Tak mówi urocza i okrutna kobieta ; gdy dręczy, najdroższa, upragniona, jedyna, po sto razy przeznaczona, po tysiąc konieczna. Tak mówi zalotna, wie bowiem, że dzika i straszna namiętność, którą nazywamy miłością, przepełnia duszę mężczyzny, wstrząsa całem jego jestestwem, zaciemnia myśl, tłumi rozwagę, wiąże i obezwładnia wolę, w sercu zaś wznieca burzę wszystkich ludzkich uczuć, od najszlachetniejszych, najtkliwszych, do najbardziej ohydnych.

Then must thou needs find out new Heaven, new Earth odpowiada Antonjusz. Źle mówię ; ból odpowiada i radość oddania, rozpacz i rozkosz niewoli, odpowiada męka, słodycz

i polot nieziemskiego marzenia, świadomość bliskiej zguby tak mówi i widzenie śmierci.

« Stwórz przedtem inne niebo, nową ziemię, umiłowanie mej duszy! » Czy prawdziwy Antonjusz mógł tak czuć, tak powiedzieć? Wraz z królewską kochanką przebiegając w przebraniu zaułki Rhakotis, napadał przechodniów, włamywał się do podejrzanych szynkowni, staczał potworne walki z pijanymi majtkami. Nie posiadał się z rozradowania, gdy śród szalonej orgji, w obecności tłumu dygnitarzy, przesiczna, pieściwa ręczka biła go w twarz z nieudaną wściekłością; gdy ów cudny głos, którego urok próżno Plutarch opisać się sili, dźwięczał plugawym żartem z pod wrót Eskwilińskich lub sprośną piosenką, przyniesioną z jaskiń Suburry. Wielka miłość jest wielką twórczością, w tłumie ludzkim najrzadszą; czy był do niej zdolny Antonjusz, z pozoru żołdak rubaszny, niepohamowanie rozwiązły? Dusze ludzkie są nieskończenie dziwne, zawiłe. Antonjusz nie był prostakiem; był porywczy, gwałtowny, nieobliczalny, ale był zarazem wesoły, miły, wspaniały, niekiedy delikatny i miękki, szlachetny. Kochał Kleopatrę zarem duszy burzliwej, bogatej; do niepamięci ją

kochał, do granic obłędu. Od chwili, gdy ujrzał ją, niż Afrodyta piękniejszą, spoczywającą pod złocistą zasłoną, śród tłumu wachlarzy, spowitą w róże i kwiaty lotosu, gdy jej lśniąca w wieczornym blasku galera, powiewając purpurowemi żaglami, bijąc setką srebrnych wioseł, brzmiąc chórem lir, sambuk, fletów i głosów dziewczęcych, usiana grupami różowych pacholąt, otoczona mgłą słodką i upajającą wonią kadzideł, jak tęcza, jak baśń nieprawdziwa, jak nieziemskie zjawisko wpłynęła na Cydnus, od tej chwili Antonjusz jest ofiarą, jest zdobyczą Greczynki, jest poddanym jej sługą i powolnem w jej dłoni narzędziem. Ona nim włada zuchwale, okrutnie, bezwzględnie. Przez niego znieważa szlachetną i czystą Oktawję, przez niego katuje i ścina, nawet siostrę swoją rodzoną Arsinoe. Jego rękoma zagarnia korony i skarby, zdobywa królestwa, krainy i ludy, roznieca krwawe powstania, rozpala straszliwe wojny, unieszczęśliwia tysiące ludzkich istnień, unicestwia je bez chwili wahania. Królowej Egiptu, dyszącej nienawiścią do Rzymu, rzymski Imperator poświęca bezpieczeństwo państwa i równowagę świata, za cenę uśmiechu oddaje cześć wodza i potęgę władcy, nareszcie życie swe składzie pod stopy kochane. Ona zaś, zrazu nędznie wyrachowa-

na, kocha go niebawem zmysłami i duszą, równie jak on frenetycznie. A jeśli żyła niegodnie, umiera tak pięknie, tak po wschodniemu, po królewsku wyniośle, że nawet młodzik lodowaty, tchórzliwy, ambitny, przebiegły, okrutny, pod którego złym wzrokiem skonała, pojmuje na chwilę, że istnieje inny, prócz brutalnej przemocy, majestat.

Meretrix Regina! wykrzykuje ze złością Rzymianin, który, że drżał przed nią, nie może zapomnieć. Bądźmy litościwsi cudnej postaci, w której imieniu streściło się tyle szczęścia i tyle nieszczęścia. W szale, w grzechu, w upojeniu miłości i w panice trwogi, ostatnia z Lagidów była słabą kobietą, mściwą, występną, uroczą i czarującą, umiejącą i kochać i nienawidzieć. Błądziła, cierpiała; drżała rozkoszą, wiła się z bólu i lęku pod uciskiem przeznaczeń i odpokutowała swe zbrodnie.

XV

Dürch Leiden Freüde! poprzez ból do radości, od cierpień i męki ku szczęściu tworzenia! W znękaniu biedy i wzgardy, w dziwactwach osamotnienia i nieprzystawania do ludzi, w udręce okropnego kalectwa — do najwyższych szczytów uczucia,

do nadludzkiej potęgi natchnienia! Niema gniewu, niema wzburzenia i buntu w tej skardze, w której Beethoven streścił własne swe życie a może i życie powszechne; niema w niej nawet goryczy. Jęk to prosty, bolesny; załkanie duszy górnej, wielkiej, wrażliwej chociaż wyniosłej, namiętnej choć marzycielskiej, duszy zdolnej do lotu zachwytu i do nieśmiałości obawy, wnet uniesionej szczęściem kochania, pijanej naraz rozpaczą obłędu.

XVI

Czemże jesteśmy, jeśli nie szczegółem przeobrażeń dziwacznych na powierzchni kruszyny, porwanej wichrem przestrzennym? W sercach czujemy się nieskończeni; ale w Naturze jesteśmy drobnostką, przelotnem drgnieniem jej woli, doryweczą próbą znikomą, ginącą śród odmętu wydarzeń. Nie możemy zrozumieć gry Wiekuistej Potęgi, przeczuwamy ją raczej, która rodzi wciąż, ślepo, fatalnie, bez celu i myśli, bez wiedzy i troski, bez litości i żalu, bez zmiłowania i końca, która zapładnia i niszczy, która tworzy i miażdży, która woła do życia i życie zabija. Od dębu do znikomej bakterji, od muszki do wieloryba, od atomu aż do rojnej mgławicy, kolebki gwiazd i źródła przysz-

do nadludzkiej potęgi natchnienia i słowa geniusz, niema wzbu-
rzenia i burzy w tej sztuce, w której Beethoven stworzył ostatnie
już życie a może i życie pozaziemskie; wiemy w niej nawet gorycz
[illegible] to przyjęły, której; [illegible] [illegible] [illegible], [illegible], [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible], [illegible]
[illegible] do [illegible] [illegible] i do [illegible] [illegible], [illegible] [illegible]-
[illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

XVI

Czemuż [illegible], [illegible] nie [illegible] [illegible] [illegible]
na [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible].
[illegible] [illegible] się [illegible]; [illegible] w [illegible] [illegible] [illegible]-
[illegible], [illegible] [illegible] jej [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]-
[illegible], [illegible], śród [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
gry Nieskończonej potęgi, [illegible] jej [illegible], która [illegible] [illegible]-
[illegible], [illegible], bez celu i myśli, bez wiedzy i [illegible], bez [illegible]-
[illegible] i [illegible], bez [illegible] i końca, która [illegible] i [illegible]-
[illegible], która tworzy i niszczy, która woła do życia i życie zabi-
ja. Od [illegible] do [illegible] [illegible], od [illegible] do [illegible], od
atomu aż do [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] i [illegible] [illegible]-

tych światów strumieni, wszystko biegnie po torze przymusu, wszystko pragnie radości istnienia i wypija zagładę, wszystko na chwilę otrzymuje dar bytu i musi go zwrócić natychmiast następującym w szeregu jestestwom, wszystko jak we śnie przesuwa się przez wielką widownię i ginie niebawem w mroku nicości.

Dlaczego ten tryb, ku czemu ten popęd, ten niezmierzony łańcuch pokoleń? Czego domaga się głos ogromnej całości, której jesteśmy przemijającemi fazami? Czego żąda nienasycona nigdy, wciąż uśmiechnięta Natura, nieustannie nowych istot pragnąca, nowych kwiatów i ofiar, nowych wiosen i cierpień? Czemu budujemy domy, w których będziemy tak krótko mieszkali? Czemu ojciec trudzi się krwawo, skoro wie, że plon nie dla niego? Czemu matka dla dziecka, bez chwili wahania, zapomina o sobie? Czemu z długu wdzięczności dzieci wypłacają się, bynajmniej nie własnym rodzicom, lecz swoim, następnym znów dzieciom? Czemu w znoju i trosce, w niepokoju i smutku dźwigamy szczęśliwszą Ojczyznę, której nie będziemy widzieli?

XVII

Ażeby Piotrów i Napoleonów zrozumieć, ażeby, po Shelley'u, czyny i żywot Ozymandyasów ponownie osądzić, ażeby rolę imperatorów ocenić, której sami nie mogli i nie chcieli przeniknąć, musimy w tym celu rozwinąć skrzydła abstrakcji, musimy wznieść się wysoko ponad zgiełk ciżby, ponad myopję kroni-

str. 294

karzy i spisywaczy anegdot, ponad niedolę nawet pokoleń, ponad krew, ponad łzy. Spójrzmy na ciemną, drobną, błotnistą planetę, która, jak bąk zataczając się śmiesznie, unosi na sobie narody i państwa. Starajmy się dostrzec niespokojnie kłębiące się ludzkie mrowisko. Małe, wątłe istoty! nieudolne i niewytrzymałe, źle zaopatrzone, błądzące, w pocie czoła walczą o nędzny swój byt; żyją pod nieustanną groźbą nieszczęścia i od tej groźby zasłaniają się wciąż rozpaczliwie. Ile niebezpieczeństw otacza człowieka: głód i pragnienie, zimno i ciemność albo żar i spiekota, ogień i powódź, huragan lub susza, pustynia śniegu i pustynia piasku, gorączka błot i straszna topiel wód. Morza i góry tamują mu ruchy, podziemne pokłady i chmury równie zazdrośnie bronią dostępu. Wkoło niego czai się brud i zgnilizna, pasorzyty i bakterje grożą zarazą; za jego życiem, jak posępny cień, wlecze się orszak chorób, niemocy i cierpień gorszych niż trumna. Wszystko człowiekowi jest nieprzyjazne, uciska go wszystko: krótkość życia, snu, który trwa ~~jącego~~ chwilę; niedołęstwo zmysłów, niedostatek sił, ciasnota granic fizycznych, organicznych, psychicznych, w których zamyka się możliwość jego istnienia. Jego umysł

jest ociężały a przecież skory do błędu; pomyłka korzysta z każdego niedbalstwa, niedorzeczność czeka w zasadzce na nieuwagę i płytkość. Jego mądrość jest późna, ogranicza ją dzieciństwo i starość; łamie się bez niej niedoświadczenie, bezsilność z niej nie ma pożytku. Jego wola jest słaba; wiodą go ciemne instynkty, gnają popędy, jemu samemu niezrozumiałe; koszą go złośliwe nałogi, które jak polip wżerają się w życie. Jego dusza jest chwiejna; plami ją złość, zazdrość, obłuda; zatruwa ją niegodziwość, której niema granic ni końca. Na każdym kroku towarzyszy ludziom niepokój i troska, obawa i trwoga, która siły wypija; gdzieś daleko, ~~lub~~ może ~~się~~ blisko, ukrywa się upiór obłędu. Ponad ludzkiem plemieniem unosi się śmierć, widmo nicości; a chociaż ona bywa nieraz stokroć litościwsza niż życie, przecież przeciwko zagładzie wszystkie siły jestestwa podnoszą się w buncie.

XVIII

Natura bawi się nami; ale tę swoją zabawkę zmusza do bolesnego wysiłku. Zaledwie zbudowaliśmy chatę czy pałac, groblę czy tunel, wiadukt ze stali czy pomnik ~~ze stali~~ z granitu, rysuje się zaraz, wykrzywia, niszczeje i pęka, wietrzeje, załamuje i roz-

sypuje się w proch. Zaledwie coś sporządziliśmy, młot parowy czy igłę, wiązankę kwiatów czy książkę, wiolonczelę czy suknię, ~~laboratorjum~~ ~~kamienicę~~ fabrykę czy statuetkę, zaledwie coś wydobyliśmy z pierwotnego stanu zwikłania, zmieszania, zbrukania, w którym lubuje się nienawidząca naszego ładu ~~i miary~~ przyroda, natychmiast dzieło rąk ludzkich poczyna psuć się, rozprzęgać, płowieć, rdzewieć, gnić, butwieć, wysychać albo się rozpływać, natychmiast poczyna ~~się~~ zmieniać się, przetwarzać, przeobrażać, uciekać i ginąć. Budujemy mozolnie, ~~[illegible]~~ niezręcznie jak dzieci; Natura lekko wyzwala zjawiska. Gromadzimy trwożliwie zapasy, zasoby i zbiory; Natura z uśmiechem kruszy nasze mury, rozprasza bogactwa, niszczy muzea, niweczy biblioteki. My płótna pokrywamy kąśliwemi farbami; ona drga falą powietrza i promieniem słońca. My z gliny lepimy i kujemy w kamieniu, ona strzela łodygą lub kwiatem, oddycha piersią dziewczęcą. My wznosimy ~~[illegible]~~ prostopadłościenne pudełka i skrzynie, ona tworzy pagórki, doliny, wodospady, wulkany i perły. My układamy równania matematyczne; ona kołysze kłosy polne i fale na morzu, ona elektrony w atomach rozpędza i w konstellacjach gwiazdy. My rozumujemy, ~~budujemy~~ snujemy mozolne twierdzenia, przypuszczenia i wnioski, ona gra w niewysłowionej harmonji; ona żyje, my na kawałku papieru kreślimy czarne literki, zabawki nieszczęśliwych dla nieszczęśliwych.

~~XVIII~~ XIX

Na wschodzie, w przenośni, nazwano już przed wiekami pracę <u>przekleństwem</u>; ona tam wówczas musiała być wprost nieznośnym ciężarem, okrutną daniną niewoli. Jednak trud wszędzie jest trudny; przy robocie laborujemy zawsze, jak pod karą ponurą i twardą. Oprócz nielicznych i przemęczonych manjaków, kto pragnie, kto lubi pracować?

Ale czemuż miałbym się trudzić? Wszakże mój sąsiad zebrał już plon swojej pracy; może był wytrwalszy, zabiegliwszy lub oszczędniejszy odemnie, ale krzyczeć jak ja nie potrafi; mogę go zastraszyć. Może sztukę swą lub rzemiosło posiadł lepiej, może zawód swój uprawiał sprawniej, roztropniej; ale pięść ma słabszą; mogę go ograbić. Jak Kalibana Prospero, on mnie może mówić nauczył; zatem umiem już dzisiaj przeklinać. Żyjmy więc i postępujmy według tych zasad. Odbierajmy sobie nawzajem, jeden drugiemu, wszelki owoc umęczenia i znoju; odbierajmy przemocą, napaścią, grabieżą, podbojem, łupiestwem, podejściem, kradzieżą, oszustwem, spekulacją, wyzyskiem, hazardowną grą w karczmie lub w wytwornym klubie. Napadajmy gdzieś na bezludziu pod lasem, czy pod Sedanem, różnica jest

mała; wyrywajmy złoto Moktezumie czy Atahualpie albo worek owsa Maćkowi, mniejsza o szczegóły; chwytajmy jasyr lub kauczuk, fortecę lub futro, prowincję, port, portmonetkę, etyka jest taż sama. Zabijajmy się pazurami, maczugą, nieokrzesanym krzemieniem albo armatą precyzyjną jak astronomiczne narzędzie; mordujmy arkanem i dzidą, muszkietem i strzałą albo szrapnelem i chlorem gryzącym, o którym sobie uczony Geheimrat na czas przypomniał; wytępiajmy się nawzajem każdym sposobem. O plemię Kaina!

XX

W Polsce musimy niestety dobrze o tem pamiętać, na czem polegał sławiony genjusz Fryderyka, do czego zmierzały głębokie Katarzyny zamysły; na tem, do tego, ażeby, zmówiwszy się, we trzech na bezbronnego się rzucić. Napaść na niego za to, że chory, niedołężny a więc niebezpieczny; za to, że zbyt wolnomyślny i za mało tolerancyjny; za to, że do obrony nieprzygotowany więc najwidoczniej przez samą historję skazany na zniknięcie; za to, że nie chce być naszym szczęśliwym poddanym, że nazywa się dla nas obco, że mówi nieznanym, trudnym do wymówienia językiem; tyle powodów, ażeby dom mu najechać i spalić, zasiąść na ruinach, jego dzieci okuć w kajdany. Liczmyż na własną moc i potęgę, dopóki mamy

o miedzę wyznawców tych zasad i spadkobierców tych dążeń. Brońmy się wszelkim sposobem, dopóki tchu w piersi, jeżeli będziemy musieli się bronić. Od podstępu podejścia, od grabieży zamętu, od uciemiężenia napaści bądźmy silniejsi; ale bądźmy także rozumniejsi i lepsi. Nie oddawajmy się czci siły fizycznej ani zachwytowi nad dziką walką i gwałtem. Rozum dalej spogląda aniżeli barbarzyństwo, chociażby nawet uczone; mądrość jaśniej widzi aniżeli zgniły lub niedojrzały fanatyzm. Bezprawie, nadużycie siły lub władzy, przemoc i ucisk, podbój lub rozbój niszczy winowajcę niemniej niż ofiarę; każdy grzech~~ów~~ ~~taki~~, wielki czy mały, jest zatem nietylko niski i zły lecz nadto jest nierozumny ~~głupi~~. Ludzkość ma zasoby szczupłe i marnotrawi je jaknajbezmyślniej w bratobójczych zapasach. Odbierajmy Naturze a nie sobie wzajemnie. Któż jeszcze nie zrozumiał tak prostych prawd w latach zgrozy i męki, w latach wszelakiego zlużnienia, w latach porachunku za krew i za łzy, w latach kary za zbrodnie.

Gdzie jest na ziemi potęga, która zdoła ulżyć ludzkiemu cierpieniu? W czujnej rozwadze umysłów możemy ją znaleźć, w w czystości serc, w prawości sumienia.

XXI

— Y rzekłem: Boże, oto nie umiem
mówić, bom ia iest dziecina....

Od wieków istnieje zepsucie i chciwość, złość, nienawiść i przemoc; niestety! przepełnione są niemi dzieje człowieka. Kto Pismo Święte czytuje, wie dobrze, że ono jest okropnem zwierciadłem nieprawości rodzaju ludzkiego; ale jest także okrzykiem zgrozy jego zwycięskiego sumienia.

Potęga uczciwych dusz ludzkich, najszlachetniejsza ze wszystkich sił czynnych na ziemi, jest także ze wszystkich najtrwalsza; ona przez nikogo i przez nic nie będzie zgłuszona; ona jest odległem ale jedynem lekarstwem na wszystkie niedole i krzywdy.

Nie w kamieniu, nie w bronzie, lecz na dnie serc wszystkich winniśmy wyryć nakazy sumienia. Sumienie narodu jest jego najgłębszą istotą i treścią; bez zbiorowego sumienia tłum ludzki jest stadem, ale narodem stać się nie może. Bez sił moralnych nie będziesz istniał, ludzki odłamie; bez nich twój los, twoja przyszłość jest, jak Pismo Św. powiada, jakoby łachman przed tobą wiszący.

F

XXII

O pierwszym brzasku, gdy światło dnia natrętem być się wydaje, o szarym lękliwym świcie, ptaki przed mojem oknem rozpoczynają hałaśliwy swój zgiełk. Zakochanie i zachwyt słychać w tej wrzawie; za chwilę płacze w niej skarga, drga oburzenie albo rozpacz skowyczy. Lecz oto i słońce. Na mnie kolej; spieszmy tej cząstki pospolitego trudu dokonać, która mnie przypadła w udziele. Spieszmy; któż wie, czy obudzi go znów z przyszłą wiosną spragniony życia świergot ptaków pod oknem?

---

1. Wobec Świata
2. Wrażenia i spojrzenia
3. Oblicze Natury
4. Na wybrzeżu wydarzeń
5. Zrozumiałość świata (wszechświata, Natury)
6. Scholia
7 Na wybrzeżu Oceanu

---

8 Na wybrzeżu morza wydarzeń

Usiłowania zrozumienia Natury
Widoki Natury
Niezmierny świat
W bezmiarze wydarzeń
Na wybrzeżu Oceanu Rzeczy